

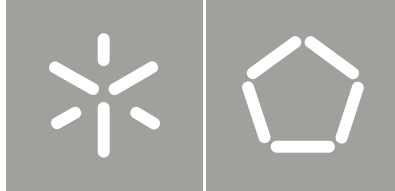
Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

João Paulo Leite Moura

Implementação de uma nova linha de  
produção de painéis para autorrádios

João Paulo Leite Moura  
Implementação de uma nova linha de  
produção de painéis para autorrádios





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

João Paulo Leite Moura

Implementação de uma nova linha de  
produção de painéis para autorrádios

Tese de Mestrado  
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao  
Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efectuado sob a orientação do  
Professor Doutor Francisco Moreira

## AGRADECIMENTOS

Para o desenvolvimento e conclusão desta dissertação foi essencial o apoio, dedicação e suporte de algumas pessoas. Por estas razões gostaria de deixar aqui o nome de algumas dessas pessoas.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao Eng. André Seara por todo o apoio e experiência que me transmitiu no decorrer do meu estágio.

Ao Professor Francisco Moreira por todo o empenho, conhecimento e motivação que foi capaz de me transmitir para a finalização deste documento.

Por fim mas não menos importante gostaria de agradecer aos meus Pais, família e à Ana Mendes e seus família, por todo carinho, apoio, disponibilidade e motivação que foram sempre capazes de fazer chegar até mim.

A todos um muito obrigado.



## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido tendo como base a instalação de uma linha de produção de painéis para autorrádios Skoda25 na empresa *Delphi Automotive Systems Portugal*, em Braga. Tendo instalado uma unidade de injeção de plásticos num dos edifícios da unidade produtiva de Braga, tem vindo produzir novos painéis.

A linha de montagem de um novo painel de autorrádio Skoda25 requereu a análise das diversas operações de injeção, pintura e montagem final das blendas e análise da capacidade de produção de dois dos principais produtos desta unidade.

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre pensamento *Lean*, nomeadamente sobre os respetivos pilares, princípios, desperdícios, *Just-in-Time* e um conjunto de técnicas *Lean* que viriam a ser aplicadas no sistema de montagem das blendas. Foram utilizadas as técnicas *Lean*, de sistemas à prova de erro, trabalho normalizado, gestão visual e *Kaizen*. A técnica *Kaizen* foi aplicada num evento específico na empresa e resultou na determinação do stock mínimo e máximo de blendas e de botões, assim como as áreas de arrumação.

Foi analisado em pormenor os elementos constituintes de máquinas e requisitos de processo dando-se particular atenção aos fornecimentos de materiais. As dificuldades no posto de cravação mereceram também especial atenção dado constituírem processos distintos nos processos *Vw Low* e *SK25*.

Palavras-chave: Pensamento *Lean*, ferramentas *Lean*, capacidade de produção, produção de autorrádios



## ABSTRACT

This work was developed in the installation of a production line for manufacturing of Skoda25 car-radio panels at Delphi Automotive Systems Portugal in Braga. Having installed a plastic injection facility in one of the buildings of the Delphi company in Braga, it has been increasingly gaining the production of new products.

The production line of a new car-radio panel required the analysis of several operations of injection, paint and assembly of the panels and production capacity analysis of production of two of the main products.

A literature review was conducted on Lean thinking, namely on Lean pillars, principles, wastes, Just-in-Time and a set of Lean tools which were applied to the assembly system. Poka-Yoke, standard work, visual management and Kaizen techniques were applied. Kaizen technique was applied during a specific event held on the company which has resulted in determination of minimum and maximum stock levels of panels and buttons, as well as storage areas.

Detailed analysis was conducted to some elements of machines and process requirements, and given some particular attention to materials supply. The difficulties within the heat stake process was subject of special attention given that they were distinct for each product.

Keywords: Lean Thinking, Lean tools, production capacity, car-radio production





# ÍNDICE

Agradecimentos .....	vii
Resumo.....	ix
Abstract .....	xi
Índice .....	xiii
Índice de Equações.....	xvi
Índice de Figuras.....	xvii
Índice de Tabelas.....	xix
Lista de Siglas e Abreviaturas .....	xxi
1. Introdução .....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Metodologia de Investigação .....	2
1.4. Estrutura do Relatório .....	3
2. Revisão Bibliográfica .....	5
2.1 Pensamento <i>Lean</i> .....	5
2.1.1. Os dois pilares do <i>TPS</i> .....	6
2.1.1.1 <i>Just-in-time</i> .....	6
2.1.1.2 <i>Jidoka</i> .....	7
2.1.2. Os cinco princípios do pensamento <i>Lean</i> .....	8
2.1.3. Os 7 desperdícios (Muda) .....	11
2.1.4. Ferramentas <i>Lean</i> .....	16
2.2. Gestão de operações.....	22
2.2.1. Capacidade .....	22
2.2.2. Medidas de desempenho.....	23
3. Apresentação da empresa e análise do sistema de produção .....	27

3.1. <i>Delphi Automotive Systems Portugal</i> .....	27
3.1.1 Produtos e Principais Clientes .....	29
3.1.2 Complexo Fabril da Delphi em Braga .....	29
3.2 Análise do Sistema de Produção da <i>Delphi</i> .....	29
3.2.1 Injeção .....	30
3.2.2 Pintura .....	30
3.2.3 Montagem Final .....	30
4. Implementação de uma nova linha de produção .....	45
4.1. Sistema produtivo <i>Skoda25</i> .....	45
4.1.1. Carregamento .....	47
4.1.2. Inspeção de Pintura.....	51
4.1.3. <i>Pad Print</i> .....	51
4.1.4. Linha de montagem.....	54
4.1.5. Cravação .....	59
4.1.6. Laser .....	61
4.1.6. Inspeção Final.....	62
4.1.7. Embalagem.....	63
4.2 Trabalho normalizado .....	63
4.3 Abastecimento do sistema produtivo .....	70
4.4 Análise de capacidade do sistema produtivo.....	75
4.4.1. Carregamento .....	76
4.5 Análise/Resultados.....	80
5. Conclusão .....	86
5.1 Trabalho Futuro.....	87
Referências Bibliográficas .....	88
Anexos .....	90

Anexo 1 – Layout Edifício 2 .....	91
Anexo 2 – Sequência de Processo .....	92
Anexo 3 – Necessidades de colaboradores.....	93

## ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Cálculo da Disponibilidade.....	24
Equação 2 – Cálculo do Takt time .....	25
Equação 3 - Cálculo da Eficiência .....	25
Equação 4 - Cálculo da Eficiência Global.....	26
Equação 5 - Cálculo do nº de carros necessários para uma produção diária de 800 blendas .....	48
Equação 6 - Cálculo do número de blendas necessárias para 5 dias de produção .....	71
Equação 7 - Cálculo do número de caixas azuis necessárias. ....	71
Equação 8 - Cálculo do número paletes.....	71
Equação 9 - Cálculo da área ocupada por 10 paletes. ....	71
Equação 10 - Cálculo do número de torres.....	75
Equação 11 - Cálculo de Conteúdo de Tempo. ....	76
Equação 12 - Cálculo do <i>takt time</i> . ....	77
Equação 13 - Cálculo da necessidade de colaboradores. ....	77
Equação 14 - Cálculo da capacidade do Vw Low.....	80
Equação 15 - Cálculo da capacidade do SK25 .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de <i>Action Research</i> (Susman, 1983) .....	3
Figura 2 - Historial do <i>Lean Management</i> (Fonte: Bell e Orzen, 2011). .....	6
Figura 3 - Casa <i>Lean</i> (Fonte: Wilson, 2010). .....	7
Figura 4 - Cinco princípios <i>Lean</i> (Fonte: <i>Lean Enterprise Institute, Inc.</i> , 2009) .....	8
Figura 5 – Os sete desperdícios. (Fonte: Kumar e Suresh, 2008).....	11
Figura 6 – Desperdícios escondidos pelo inventário (Fonte: Carvalho, 2000).....	14
Figura 7 - Exemplo de uma ficha de produção (Fonte: Mann, 2005) .....	18
Figura 8- Capacidade teórica, atual e de projeto Fonte (Blackmon <i>et al.</i> , 2001) .....	23
Figura 9 - Relação entre os tempos envolvidos nas operações (Fonte: Pinto, 2009).....	24
Figura 10 – Instalações <i>Delphi</i> Braga.....	28
Figura 11- Complexo fabril da <i>Delphi</i> .....	28
Figura 12 – Posto de carregamento. ....	31
Figura 13 - Posto de inspeção de pintura.....	33
Figura 14 - Linha de montagem .....	36
Figura 15 – Posto de Cravação .....	38
Figura 16 - Máquina de laser.....	40
Figura 17 - Posto de inspeção final .....	41
Figura 18- <i>Layout</i> Edifício 2 .....	43
Figura 19 - <i>Jig</i> SA3.....	50
Figura 20 – Tampão para impressão na blenda. ....	52
Figura 21- Base de <i>MP3,SkodaAuto</i> e <i>Swing</i> .....	53
Figura 22- Base do botão .....	53
Figura 23- Blenda padrão .....	53
Figura 24- Operação do 1º posto .....	56
Figura 25 – Operações do 2º Posto.....	57
Figura 26 – operações do posto de montagem dos <i>knobs</i> .....	58
Figura 27 – esquema de montagem do <i>knob</i> .....	59
Figura 28- verificação de pontos de cravação.....	64
Figura 29 - Verificação da funcionalidade das treclas.....	65
Figura 30 - Verificação da quantidade de laser.....	65

Figura 31 - Verificação da qualidade do pad print .....	65
Figura 32 - Verificação da qualidade da pintura .....	66
Figura 33 - Leitura do código.....	66
Figura 34 - Decisão entre "bom" e "mau" .....	66
Figura 35 - Estado da blenda do 1º para o 2º posto .....	68
Figura 36 - Estado da blenda após ser libertada do 2º posto .....	68
Figura 37 – reação a defeitos detetados na linha .....	70
Figura 38- Área de armazenamento das blendas no supermercado após o evento .....	72
Figura 39- Área de caixas vazias do carregamento .....	73
Figura 40- Identificação de caixas vazias.....	73
Figura 41-Supermercado antes do evento.....	74
Figura 42- Exemplo do marcador .....	83
Figura 43 - Layout edificio 2 .....	91

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre as prioridades de cada tipo de atividades. ....	9
Tabela 2 - Designação das áreas delimitadas.....	30
Tabela 3 – Lista de componentes da blenda.....	46
Tabela 4 - Lista de componentes do <i>knob</i> .....	46
Tabela 5 – Quantidade de botões por <i>jig</i> .....	48
Tabela 6 – Necessidade de carros para o <i>SK25</i> .....	48
Tabela 7 - Comparação de necessidade de carros entre <i>Vw Low</i> e <i>SK25</i> .....	49
Tabela 8 – Quantidade de carros para as blendas. ....	50
Tabela 9 – Componentes da máquina de pad-print. ....	54
Tabela 10 componentes por posto da blenda <i>Sk25</i> .....	57
Tabela 11 – Tempo predefinido para cada operação. ....	67
Tabela 12- Cálculo das necessidades de stocks .....	75
Tabela 13 – Conteúdo de tempo do posto de carregamento.....	76
Tabela 14 – Necessidades de colaboradores para o carregamento. ....	78
Tabela 15 –Tempos de ciclo de cada posto .....	79
Tabela 16 – Distribuição de pad print por turnos. ....	82
Tabela 17 - Problemas detetados .....	84
Tabela 18 - Sequência do processo.....	92
Tabela 19 - Cálculo das necessidades de colaboradores (parte 1) .....	93
Tabela 20 - Cálculo das necessidades de colaboradores (parte 2) .....	94





## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Jidoka – um dos pilares do TPS

JIT – Just-in-time

OEE- overall equipment efficiency

Poka-Yoke – Sistema à prova de Erro

Pull – Sistema puxado

SK 25 – Skoda 25 Low

TPS – Toyota Production System

Vw Low – Volkswagen Low

WIP – Work In Process



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. ENQUADRAMENTO

As empresas industriais, nomeadamente as ligadas ao setor da indústria automóvel, estão inseridas num processo dinâmico altamente competitivo, que requer uma busca incessante da melhoria do planeamento da produção, gestão das operações, dos processos de fabrico e do próprio modelo de negócio. Estas melhorias permitem responder sucessivamente de forma mais expedita a um mercado cada vez mais exigente, nomeadamente com curtos prazos de entrega, qualidade acrescida, custo reduzido e elevado nível de reatividade.

A empresa *Delphi Automotive Systems Portugal*, local de realização da presente dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, onde decorreram os trabalhos reportados no presente documento, é um Tier 1 da indústria automóvel, fornecendo autorrádios para diversos clientes espalhados pelo mundo.

A *Delphi Automotive Systems Portugal* instalou recentemente operações ao nível da injeção de plásticos na sua unidade de produção localizada em Braga. A injeção de componentes em plástico permitiu à empresa passar a fornecer painéis que constituem uma das sub-montagens requeridas no fabrico de autorrádios, o principal produto da unidade industrial em questão. Os componentes plásticos para painéis de autorrádios, eram até então fornecidos por outras unidades industriais do grupo *Delphi*, geograficamente dispersas por outros países. Esta situação requeria operações logísticas comparativamente mais complexas e, simultaneamente, limitava a capacidade de resposta da empresa às dinâmicas das necessidades dos respetivos clientes, nomeadamente ao nível do prazo de entrega e das respetivas quantidades, bem como a capacidade de ajuste da produção relativamente aos fornecimentos. Desta forma a instalação da nova secção de injeção de plásticos veio facilitar e agilizar o fornecimento dos painéis à unidade de montagem final de autorrádios, realizada no edifício principal das instalações da *Delphi* em Braga. A nova unidade de injeção de plásticos incorpora a injeção propriamente dita, a pintura, montagem e embalamento dos painéis. A presente dissertação debruça-se sobre a problemática da instalação de uma linha de montagem para um novo painel de autorrádio – *Skoda25 Low (Sk25)*. A nova linha partilha algumas operações com a linha de montagem do painel *Volkswagen Low (Vw Low)*. Esta linha inclui operações de inspeção da pintura,

montagem do painel, cravação, gravação laser, *pad print*, inspeção final e embalagem, sendo necessário reorganizar alguns postos de trabalho, construir instruções de trabalho, analisar o fluxo produtivo, analisar a capacidade do sistema (recursos humanos, equipamentos, materiais), analisar e propor formas adequadas de abastecimento dos postos de montagem da nova linha. Pretende-se igualmente aplicar técnicas *Lean* no sentido de eliminar atividades desnecessárias reduzindo os custos com operações que não acrescentam valor.

## 1.2. OBJETIVOS

Esta dissertação possui como principal objetivo a análise do sistema de produção de painéis para autorrádios e apresentação de propostas para a linha de montagem do novo painel *Skoda25* na *Delphi Automotive Systems Portugal*. Pretende-se recorrer a um conjunto de técnicas *Lean*, nomeadamente sistemas à prova de erro, gestão visual, trabalho padronizado e *Kaizen*, que deem suporte às diversas propostas. O trabalho deve incluir o estudo do sistema de abastecimento da linha e determinação das capacidades de produção de dois painéis nessa linha, nomeadamente através da determinação das necessidades de colaboradores.

## 1.3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A metodologia considerada para desenvolvimento dos trabalhos reportados na presente dissertação é a metodologia pesquisa-ação uma vez que o autor intervém no objeto de análise de uma maneira ativa.

Yasmeen (2008) afirma que segundo Thomas *et al.* (1986) a metodologia de pesquisa ação consiste num duplo compromisso, o de estudar um sistema e, em simultâneo, colaborar com os membros deste sistema no sentido de promover a mudança para atingir o objetivo desejado.

No decorrer desta metodologia o investigador não observa apenas o fenómeno do sistema, mas intervém e participa no assunto em estudo. Inicialmente é identificado o problema e são recolhidos os dados para análise. Depois de realizado o diagnóstico, identificam-se possíveis soluções e procura-se implementá-las. Finalmente novos dados são recolhidos, analisados e interpretados (figura 1), podendo surgir, em consequência, novos problemas.

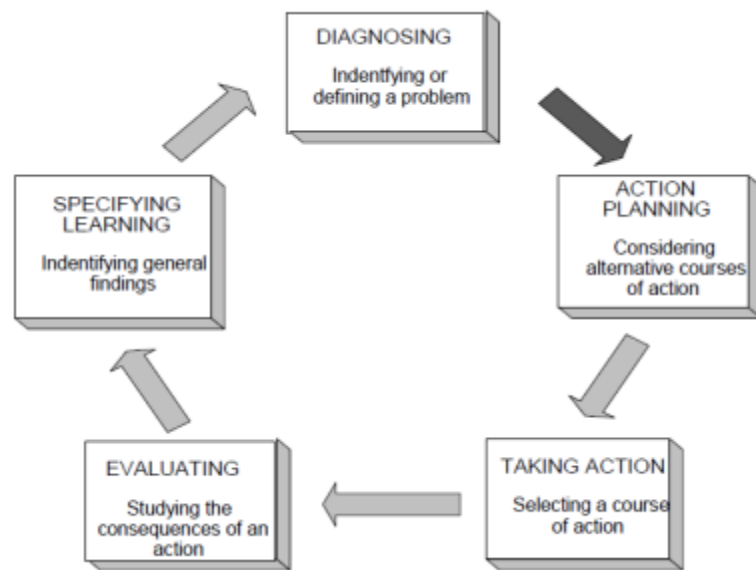


Figura 1 - Modelo de Action Research (Susman, 1983)

#### 1.4. ESTRUTURA DO RELATÓRIO

A presente dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos: introdução, revisão bibliográfica, apresentação da empresa e análise do sistema de produção, implementação da linha de produção SK25 e por fim a conclusão.

Na introdução faz-se um breve enquadramento ao trabalho e à empresa *Delphi Automotive Systems Portugal*. Apresentam-se os objetivos e a metodologia de investigação utilizada.

No segundo capítulo faz-se a revisão da literatura, sendo alvo de consideração o pensamento *Lean*, os respetivos pilares, princípios, desperdícios e algumas ferramentas *Lean*, e.g. trabalho padronizado, sistemas *poka-yoke*, gestão visual e *Kaizen*. São ainda revistos alguns conceitos de gestão de operações, nomeadamente os relacionados com capacidade e medidas de desempenho de sistemas de produção.

O capítulo três apresenta a *Delphi Automotive Systems Portugal* onde se inclui um breve historial da empresa, apresentam-se os objetivos e estrutura organizacional bem como os respetivos produtos e principais clientes. Ainda neste capítulo efetua-se uma descrição do sistema de produção onde se desenrolou o trabalho.

O quarto capítulo reporta-se à implementação da linha de produção do novo painel *Skoda25*, nomeadamente descrição do novo sistema de produção, cálculo de capacidades e necessidades de recursos humanos. Aplicam-se igualmente algumas técnicas *Lean*, resultando num conjunto de sugestões de melhoria aos processos de abastecimento, montagem e inspeção, bem como aos processos de gestão associados. Apresentam-se e analisam-se alguns resultados obtidos e desafios encontrados, lançando-se algumas sugestões de resolução.

No último capítulo apresentam-se as conclusões do trabalho desenvolvido e efetuam-se sugestões de trabalho futuro.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo efetua-se uma revisão da literatura sobre os aspetos que fundamentam e alicerçam o trabalho desenvolvido na *Delphi Automotive Systems Portugal*, nomeadamente Produção *Lean*, e, em mais detalhe, um conjunto de ferramentas *Lean*, bem como conceitos vários que fundamentam os cálculos de capacidades na área de montagem final.

### 2.1 PENSAMENTO *LEAN*

No final do século XIX o setor têxtil era uma das maiores indústrias no Japão. Sakichi Toyoda, nada satisfeito pela vida que a sua família levava, concentrou esforços no desenvolvimento de alguma inovação neste setor que pudesse trazer melhor qualidade de vida para si e para a sua família. Em 1926 Toyoda desenvolve o primeiro tear a motor e funda a empresa *Toyoda Automatic Loom Works*. Posteriormente inventou um mecanismo que ao detetar a quebra de uma linha, parava imediatamente o sistema. Em 1929 o seu filho, Kiichiro Toyoda, consegue vender em Inglaterra a patente do sistema à prova de erro e ao chegar ao Japão utiliza esse dinheiro para abrir a *Toyota Motor Company*, hoje em dia uma das maiores e mais bem-sucedidas empresas a nível mundial. Após a fundação da empresa Kiichiro viaja até Michigan, para visitar as fábricas de Ford com o objetivo de observar a indústria automóvel, bem como, os sistemas de supermercados onde os produtos eram substituído à medida que eram consumidos pelo cliente final. Estas observações atentas permitir-lhe-iam posteriormente conceber o sistema *pull*, e o conceito *Just-in-time* (Liker, 2006). Durante o desenvolvimento da *Toyota*, dá-se a 2ª Guerra Mundial. Após o seu término tornou-se extremamente difícil obter qualquer tipo de pagamento por parte dos clientes. A crise em que a *Toyota* se encontrava nessa altura levou a que o seu presidente, Kiichiro se demitisse do cargo, passando a pasta ao seu primo Eiji Toyoda. Depois de várias viagens aos EUA, onde a produção em massa da indústria automóvel tinha tido resultados extraordinários na disseminação do uso do automóvel, Eiji e Ohno encetam uma estratégia bem distinta de melhoria da produtividade, uma vez que o mercado no Japão era consideravelmente distinto do Americano, o que resultaria no *Sistema de Produção da Toyota, TPS*, (figura 2) (Womack *et al.*, 1991). Essa estratégia, ao longo de algumas décadas, acabaria por dar os seus dividendos, tornando-se um exemplo impar de produtividade, variedade e qualidade na Indústria automóvel (Moreira, Alves



e Sousa, 2010). Devido ao seu enorme sucesso o *TPS* disseminou-se a nível global tendo sido adotado nos mais diversos setores industriais e de serviços.

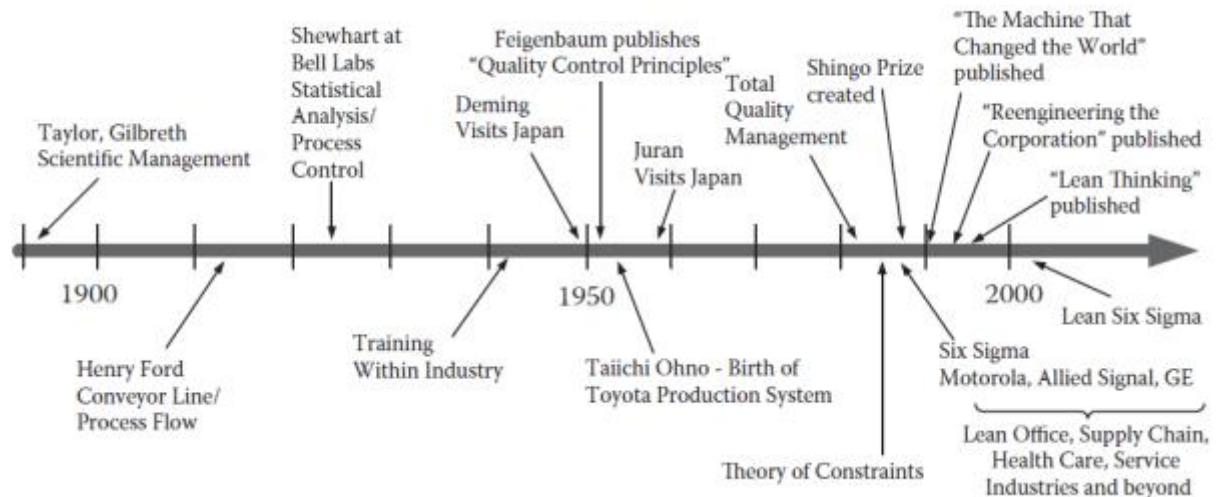


Figura 2 - Historial do *Lean Management* (Fonte: Bell e Orzen, 2011).

Womack et al (1991) referem que a produção *Lean* é uma maneira eficaz para o homem fazer as coisas, pois permite criar produtos melhores e em maior variedade a custo inferior. Adicionalmente realçam o facto de esta filosofia permitir que os colaboradores se sintam mais realizados no desenvolvimento do seu trabalho.

#### 2.1.1. OS DOIS PILARES DO *TPS*

O sistema *TPS* possui um conjunto diverso de técnicas, as quais foram desenvolvidas para reduzir os custos de produção através da eliminação do desperdício. O sistema *TPS* assenta em dois pilares: *Just-in-time* e *Jidoka*.

##### 2.1.1.1 *JUST-IN-TIME*

Um dos pilares do *TPS* é o *Just-in-time (JIT)*. Esta técnica consiste em produzir na quantidade certa e no momento certo. A isto é chamado controlo de quantidade (Wilson, 2010). É uma técnica orientada ao mercado que se concentra totalmente em satisfazer as necessidades dos clientes. Hirano (2009) afirma que *JIT* refere-se ao *timing* de entrada do material no sistema produtivo, as matérias-primas são entregues no momento certo para serem consumidas nas quantidades certas e apenas quando os processos delas necessitam. Meredith (1992) refere a existência de três princípios na filosofia *JIT*:

- ✓ Minimizar os desperdícios em todas as suas formas;
- ✓ Melhoria contínua em todos os processos e sistemas;
- ✓ Respeitar todos os colaboradores.

#### 2.1.1.2 JIDOKA

O segundo pilar designa-se *Jidoka*, sendo considerado numa série de métodos que reúne as operações Homem e máquina, i.e. utilizando as pessoas para tarefas únicas e atribuindo às máquinas a autorregulação e controlo da qualidade dos produtos. O *Jidoka* utiliza técnicas como o *Poka-yoke*, *Andons* e a inspeção a 100%. *Jidoka* engloba o conceito de que nenhuma peça má progride pela linha de produção (Wilson, 2010).

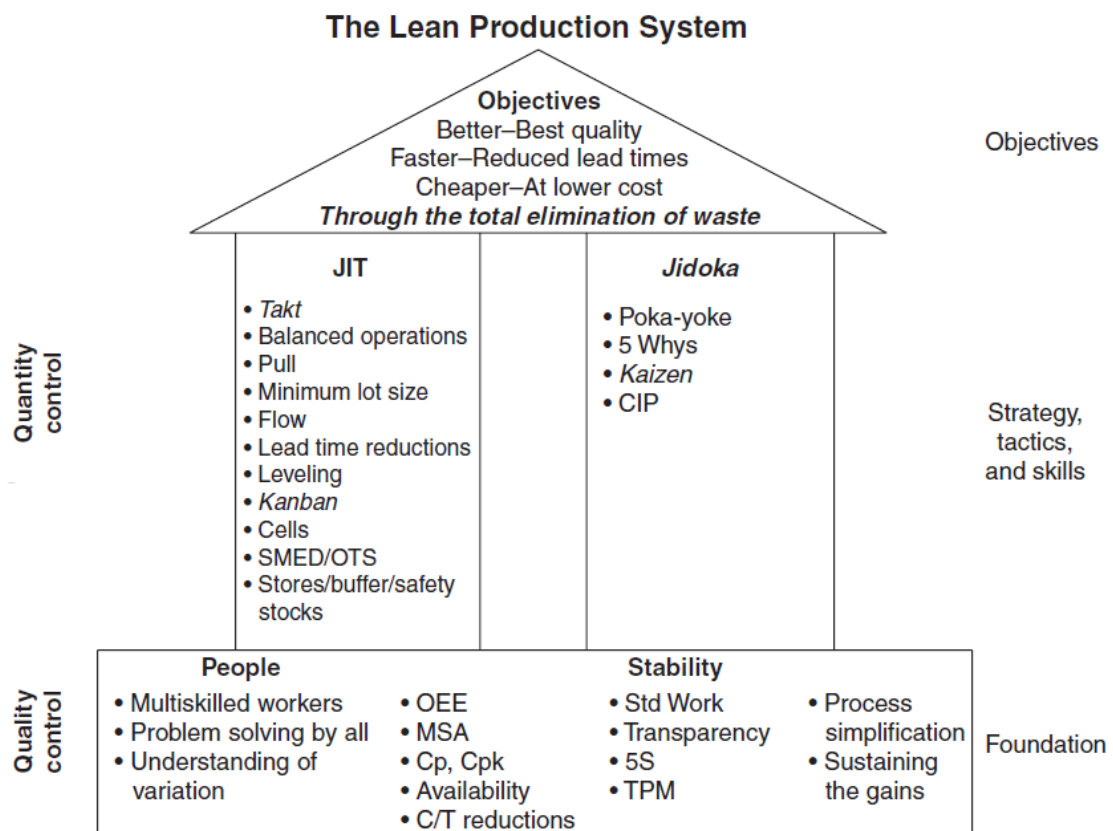


Figura 3 - Casa *Lean* (Fonte: Wilson, 2010).

Na figura 3 está representada a casa *Lean*, com os seus dois grandes pilares, *JIT* e *Jidoka*. Através da análise da figura pode-se constatar que os elementos *Lean* são utilizados para trazer melhorias, essencialmente a nível humano, permitindo obter colaboradores mais versáteis,

com maior eficiência, capazes de resolver os problemas. Por sua vez o objetivo do *Jidoka* é o de trazer mais estabilidade aos processos, com a aplicação de métodos de trabalho normalizado, simplificando o processo através da organização e limpeza dos postos de trabalho (5S).

#### 2.1.2. OS CINCO PRINCÍPIOS DO PENSAMENTO *LEAN*

O pensamento *Lean* assenta em cinco princípios básicos, conforme ilustrado na figura 4, que visam a eliminação dos desperdícios, tornando as empresas mais flexíveis respondendo com mais eficiência às necessidades dos clientes, permitindo assim que se tornem mais competitivas.



Figura 4 - Cinco princípios *Lean* (Fonte: *Lean Enterprise Institute, Inc.*, 2009)

Os princípios são sucintamente descritos a seguir:

**1. Criar valor** - O ponto crítico de início do pensamento *Lean*. O valor só pode ser definido pelo cliente final, tendo apenas significado de for expresso em termos de bens ou serviços que vá de encontro às necessidades do cliente. O valor é criado por quem o produz, do ponto de vista do cliente é por esta razão que os produtores existem. O pensamento *Lean* tem então de ser iniciado com a consciência da definição de valor (Womack e Jones, 2003). Para Pinto (2009) para além de satisfazer o cliente, é importante definir e satisfazer vários outros tipos de valores, nomeadamente os diversos *stakeholders* da empresa, e.g. colaboradores. O

autor refere ainda que com esta abordagem é possível converter algumas das atividades, consideradas como desperdício necessário, em atividades de valor acrescentado, pois apesar de não acrescentarem valor para o cliente final, acrescentam para as outras partes interessadas.

Para ajudar na compreensão do que significa criar valor descrevem-se de seguida três tipos de atividade:

- i. **Atividades de valor acrescentado** – são atividades que permitem que o produto ou serviço se torne mais valioso, na perspetiva do cliente (Hines e Taylor, 2000).
- ii. **Atividades que não acrescentam valor** – são atividades que não acrescentam valor ao produto ou ao serviço. Estes tipos de atividades são considerados um desperdício, devendo ser eliminadas o mais rápido possível (Hines e Taylor, 2000). Bell (2006) complementa que estas atividades podem ser removidas imediatamente com um custo mínimo sem afetar o respetivo valor.
- iii. **Atividades necessárias que não acrescentam valor** – são atividades que para o cliente final não acrescentam valor ao produto, mas são necessárias para o seu desenvolvimento devido às restrições de tecnologia, questões de produção ou procedimentos de operações (Bell, 2006). Estas atividades também são consideradas um desperdício, porém sendo necessárias, devem ser consideradas para eliminação num prazo mais alargado (Hines e Taylor, 2000).

Tabela 1 – Comparação entre as prioridades de cada tipo de atividades.

Tipo de atividade	Metodologia <i>Lean</i>	Metodologia tradicional
Atividades que não acrescentam valor	1ª Prioridade - Eliminar	Muitas vezes não são identificadas, estão escondidas e muitas vezes aceites.
Atividades necessárias que não acrescentam valor	2ª Prioridade - Desafiar e reduzir	Aceites como necessárias
Atividades de valor acrescentado	3ª Prioridade - Otimizar ao máximo	Prioridade máxima, focar primeiro

**2. Definir a cadeia de valor** – A importância de definir a cadeia de valor resulta de esta representar o conjunto de todas as ações que são necessárias executar para que o produto/serviço corresponda às especificações definidas e seja entregue no prazo acordado. Na lógica do pensamento *Lean* a identificação de toda a cadeia de valor para cada produto é o passo lógico que sucede à definição de valor desse produto. Apesar da identificação da cadeia de valor não ser seguida por grande parte das empresas, esta permite que seja identificada uma grande quantidade de desperdícios (Womack e Jones, 2003). Pinto (2009) afirma que para cada tipo de valor deve ser identificada a respetiva cadeia de valor para se tornar possível satisfazer todas as partes interessadas. O autor realça ainda que nenhuma das cadeias de valor se deverá sobrepor à outra, permitindo assim o equilíbrio de interesses.

**3. Fluxo contínuo** – Após o valor estar bem identificado e definido, e a cadeia de valor especificada, é necessário que o bem ou serviço flua sem interrupções através dos vários níveis da cadeia de valor. Esta ideia vai contra o pensamento de algumas empresas, pois adotando este princípio é deixado de lado a ideia da tradicional divisão de departamentos e secções (Womack e Jones, 2003).

**4. O sistema *pull*** – O sistema *pull* permite produzir apenas o que o cliente pede e quando pede, reduzindo o risco que a empresa corre ao basear-se em previsões. Com a adoção de um sistema *pull* o primeiro efeito que se nota é a redução dos prazos de entrega. A lógica deste sistema é o de deixar que o cliente lidere os processos (Womack e Jones, 2003).

**5. Perfeição/excelência** – Parte do incentivo à melhoria continua em todos os níveis da organização estando constantemente atento ao feedback dos clientes, sabendo quais os seus interesses, as suas necessidades e as suas expectativas (Pinto, 2009). Womack e Jones (2003) referem que adotando os quatro primeiros princípios *Lean*, a procura da perfeição (5º princípio) resulta de forma natural, o que por sua vez despoleta novos valores de geração e mais valor e melhoria das operações.

Pinto (2009) refere que a Comunidade *LeanThinking* (2008) propôs a adoção de dois novos princípios que a seguir se descrevem:

- ✓ **Conhecer quem servimos** – A preocupação de conhecer em profundidade todas as necessidades de todas as partes interessadas na área de negócios da empresa

(acionista, clientes, colaboradores). A este nível é proposto ainda concentrar a atenção no cliente final e não apenas no cliente que se encontra no próximo nível da cadeia de valor, pois se o cliente final não adquirir os bens/serviços da empresa, toda a cadeia de valores estará sentenciada a ceder.

- ✓ **Inovar sempre** – A procura constante para a criação de novos bens, serviços e processos para a criação de mais valor.

### 2.1.3. Os 7 DESPERDÍCIOS (MUDA)

Na literatura podem ser encontradas diversas definições de desperdício. Liker (2006) diz que desperdício é tudo aquilo que o cliente não está disposto a pagar. Womack e Jones (2003) afirmam que desperdício é qualquer atividade, nomeadamente atividade humana, que absorva recursos e não produza qualquer tipo de valor. Pinto (2009) também realça a noção de que desperdício é o conjunto de atividades que são realizadas sem acrescentar valor, logo quanto maiores os desperdícios maiores serão custos que a empresa incorre. O autor classifica ainda o desperdício em duas formas:

1. **O puro desperdício** – são atividades totalmente dispensáveis que as empresas devem eliminar o mais rapidamente possível, representando em média 65%.
2. **O desperdício necessário** – são atividades que apesar de não acrescentarem valor ao produto, têm de ser realizadas.

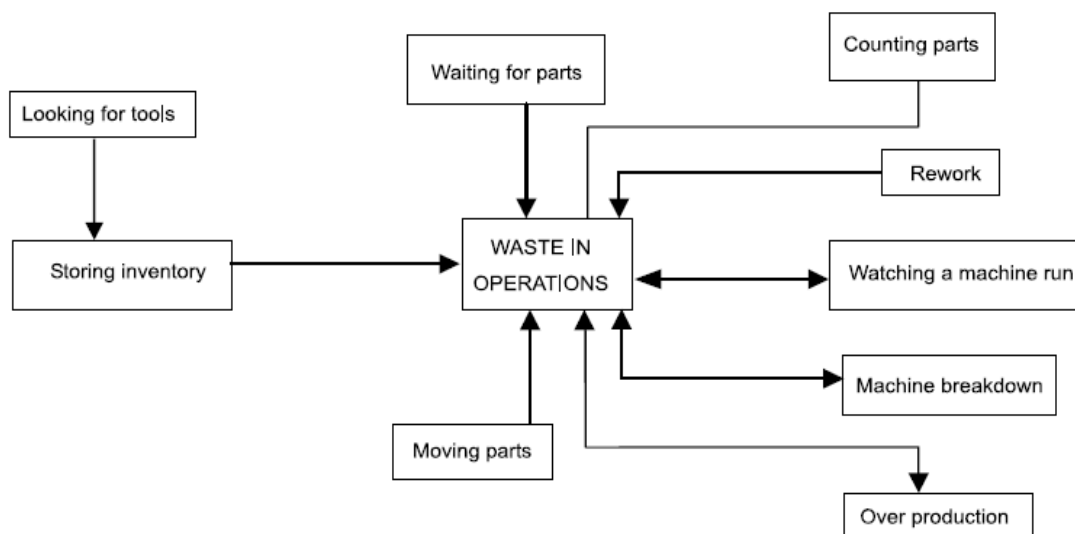


Figura 5– Os sete desperdícios. (Fonte: Kumar e Suresh, 2008)

Taiichi Ohno e Shigeo Shingo foram os responsáveis pela identificação e caracterização dos sete desperdícios (figura 5):

- ✓ excesso de produção
- ✓ esperas
- ✓ transportes
- ✓ inventário
- ✓ movimentações
- ✓ defeitos
- ✓ processamento.

### **Excesso de produção**

Segundo Bell (2006) o excesso de produção é devido a produzir a mais do que é necessário antes do requerido. Isto acontece devido a diversas razões, entre as quais, a qualidade do produto, o tempo de *Setups*, más previsões de procura. O autor afirma que o excesso de produção leva ao consumo excessivo de recursos, tempo, espaços de armazenamento e significa ainda dinheiro empatado. Produzir antes do necessário leva à criação de inventários e consome material e capacidade que poderia estar a ser usado para o processo de produtos mais urgentes. Bell (2006) diz ainda que o excesso de produção pode criar entropias na área de produção levando a que possam surgir ineficiências nos restantes processos.

Para combater este tipo de desperdício Pinto (2009) sugere a utilização de métodos de produção *Lean*:

- ✓ Trabalho uniformizado no decorrer da cadeia de valor;
- ✓ Balanceamento dos postos de trabalho;
- ✓ Fluxo contínuo;
- ✓ Nivelamento da produção.

### **Esperas**

Este tipo de desperdício ocorre, segundo Ortiz (2006), quando os processos de fabrico estão dessincronizados levando operadores, máquinas ou produtos a estarem estagnados. Segundo o autor algumas causas plausíveis para os tempos de esperas são:

- ✓ Falta de peças;
- ✓ Longos períodos de *Setup*;
- ✓ Maus equipamentos;
- ✓ Falta de comunicação.

Hines e Taylor (2000) referem que os tempos de espera são uma das causas para o aumento dos prazos de entrega, devido aos períodos de inatividade para as pessoas e máquinas, causando ainda um mau fluxo de produção.

### **Transportes**

Para os autores Hines e Taylor (2000) este desperdício leva a perdas de tempo esforço e leva a empresa a incorrer em custos desnecessários.

Ortiz (2006) afirma que o excesso de transporte leva a contabilidade de inventários incorretas, excessivo armazenamento de material e ainda pode resultar na danificação dos materiais durante o transporte.

Alguns métodos para reduzir estes excessos de transportes são (Pinto, 2009):

- ✓ Produção fluida;
- ✓ Sistemas *pull*;
- ✓ Flexibilidade operacional;
- ✓ Produtos modulares.

### **Inventário**

Para Ortiz (2006) excesso de inventário é aquilo que a empresa armazena na zona de stocks. A maioria das companhias armazena mais do que aquilo que é necessário, devido à existência de processos ineficientes ou a fraco *software* de controlo de inventários. Na visão do autor é extremamente importante que a empresa defina com rigor o ritmo e a dimensão que a linha de montagem de produto final deve possuir, para assim evitar excessivos níveis de *WIP*.



Carvalho (2000) diz que o inventário esconde os problemas reais da empresa, ao diminuir o nível de inventário certamente a empresa irá descobrir as suas fraquezas que anteriormente estavam escondidas (figura 6). O inventário leva ainda a desperdícios desnecessários, tais como:

- ✓ Transportes/movimentações;
- ✓ Ocupação de espaço;
- ✓ Ocupação de pessoal para gerir inventários;
- ✓ Deterioração dos materiais em inventário;
- ✓ Tempos de percurso mais longos.

Hines e Taylor (2000) realçam que o excesso de inventário induz em custos excessivos e a um mau serviço ao cliente.

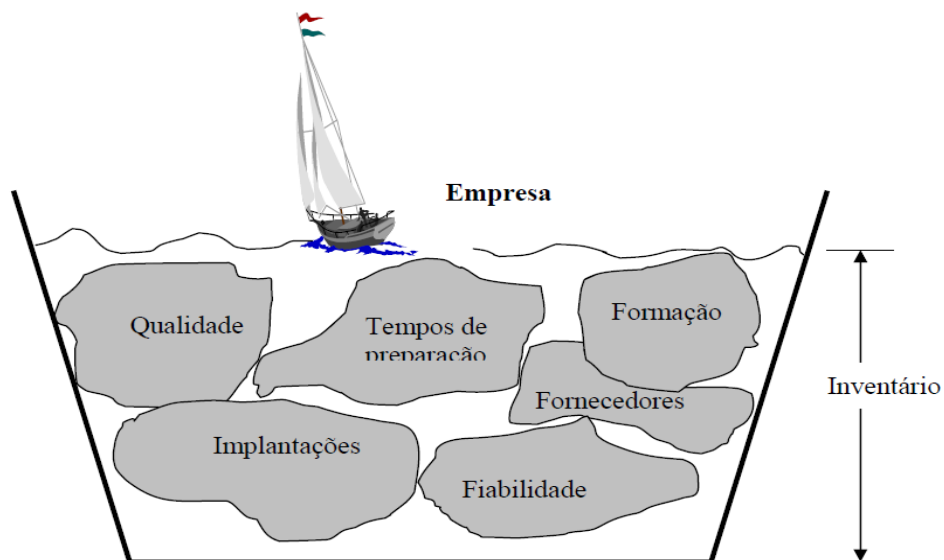


Figura 6 – Desperdícios escondidos pelo inventário (Fonte: Carvalho, 2000).

## Movimentações

Pinto (2009) afirma que este desperdício refere-se ao movimento que não é necessário para a execução das operações. As principais causas, atribuídas pelo autor, para este desperdício são:

- ✓ Operações isoladas;
- ✓ Desmotivação das pessoas;
- ✓ Incorreto *layout* de trabalho;
- ✓ Instabilidade nas operações;
- ✓ Falta de treino das pessoas;
- ✓ Capacidades e competências não desenvolvidas.

Face a este desperdício o autor considera algumas sugestões que visam a remoção ou diminuição deste:

- ✓ Apontar esforços para se obter um fluxo contínuo de produção;
- ✓ Promover a uniformização das operações nos postos de trabalho;
- ✓ Empenhar-se na formação e treino dos colaboradores envolvidos.

### **Defeitos**

De acordo com Bell (2006), este tipo de desperdício reflete o custo de má qualidade do produto que resulta por sua vez da falta de treino dos operadores, ausência de trabalho normalizado e de instruções de trabalho associadas às operações.

Pinto (2009) realça que a este desperdício estão também associados custos de inspeções, queixas dos clientes e as reparações (*rework*). A existência de defeitos pode levar, por exemplo, à existência de inventários para a compensação de peças defeituosas.

Os defeitos devem ser identificados o mais rapidamente possível para prevenir que peças defeituosas entrem nos processos (Ortiz, 2006).

### **Processamento**

Ortiz (2006) classifica este desperdício como semelhante ao excesso de produção, na medida em que ambos representam uma redundância no esforço de adicionar valor ao produto.

Os desperdícios de processamento referem-se às operações e aos processos que não são necessários para a produção. Para Pinto (2009) todos os processos geram perdas, contudo estas devem ser eliminadas ao máximo.

#### 2.1.4. FERRAMENTAS *LEAN*

A filosofia do pensamento *Lean* é utilizada para a maximização do valor dos processos e produtos de uma empresa. Para isso esta filosofia tem ao seu dispor uma vasta gama de ferramentas e de técnicas que visam a eliminação dos desperdícios existentes no ambiente de uma empresa. Estas técnicas são também utilizadas para ajudar, de uma maneira pró ativa, na rápida identificação e posterior eliminação de problemas que possam surgir. Nesta secção procede-se à identificação e caracterização de algumas destas técnicas.

##### 2.1.4.1 GESTÃO VISUAL

A gestão visual é uma técnica que resulta na exposição de dados e informações, relativos à área de produção, de uma forma que permita a rápida identificação e entendimento por parte de quem está a visualizar. Pinto (2009) classifica a gestão visual como uma técnica utilizada para o apoio da melhoria da eficiência e eficácia dos operadores nas operações em que estes estão envolvidos, tornando os processos mais simples, removendo a dependência em sistemas informáticos e em procedimentos formais.

Mann (2005) refere que esta técnica serve também para a ilustração do comportamento do processo, permitindo comparar o seu estado corrente com o que é esperado. A aplicação de controlos visuais na área de produção, permite às chefias da área conseguirem identificar mais rapidamente e com maior facilidade problemas que possam vir a surgir, possibilitando uma postura mais pró ativa, evitando problemas em vez de os resolver. De acordo com Ortiz (2006) é possível encontrar diferentes tipos de controlos visuais que devem estar presentes nas empresas. De seguida descrevem-se três tipos destes controlos.

#### **Dados diários de qualidade**

O tipo de exposição destes dados pode variar de empresa para empresa, pois algumas preferem apresentar os seus dados em peças por milhão (PPM), outras apresentam simplesmente o número de defeitos ou peças rejeitadas diariamente (Ortiz, 2006). Com a

criação e exposição destes dados é mais fácil a identificação das áreas que necessitam de intervenção para o aumento da qualidade dos materiais fornecidos.

### **Quadro de segurança**

A segurança é um dos aspetos que requer mais controlo e atenção, por parte das organizações, pois não adianta a implementação de técnicas e de melhorias constantes, se os colaboradores andarem constantemente a ter acidentes de trabalho.

A medida mais usual no âmbito dos registos de segurança é a identificação do número de dias perdidos devido a acidentes de trabalho. Muitos responsáveis de produção definem dias perdidos como o número de dias que um colaborador faltou ao trabalho devido a um acidente. Para Ortiz (2006) tempo perdido é quando um colaborador tem de se ausentar do seu posto de trabalho para receber qualquer tipo de assistência médica.

### **Quadro de produção diária**

Com o registo dos dados de produtividade, está-se também a registar os custos em que se incorre. O quadro de produção diária é usado como um modo de rastreabilidade da produtividade. Para Ortiz (2006) esta informação da produtividade deve ser colocada antes da reunião matinal, para assim se discutir e comparar com as expectativas impostas. Se a produtividade baixa os custos aumentam, ao permitir que este tipo de informação esteja à vista dos colaboradores serve para que estes se apercebam da importância da produtividade, levando-os assim a tornarem-se mais eficientes no seu dia a dia.

Mann (2005) sugere outro tipo de controlo visual, as fichas de registo de produção de hora a hora.

### **Fichas de registo de produção horária**

São utilizadas para medir a taxa de *output* de um posto comparando o atual com o esperado. Estas fichas devem ser implementadas em postos em que o conteúdo de trabalho é estável como por exemplo, linhas de montagem. A figura 7 é um exemplo de uma destas fichas de registos.

<div> <b>Area:</b> B211 Assembly  <b>TL:</b> Tina T. </div> <div> <b>Production Tracking Chart</b> </div> <div> <b>Date:</b> 4/27/04  <b>Takt:</b> 60 sec. </div>				
Pitch	Goal Pitch / Cumulative	Actual Pitch / Cumulative	Variation Pitch / Cumulative	Reason for Misses
7-7:30	20/20	18/18	-2/-2	10 min. startup mtg. Meeting long 2 minutes-safety issue
7:30-8	30/50	30/48	0/-2	
8-8:30	30/80	30/78	0/-2	
8:30-9	30/110	32/80	+2/0	TL helped at station 5 for 6 cycles to catch up before break
9-9:30	20/130	20/130	0/0	10 min. break
9:30-10	30/160	30/160	0/0	
10:30-11	30/190	27/187	-3/-3	Container short three P/N 46230721-notified PIC
11:30-12	/190	/187		30 min. lunch
12-12:30	30/220	30/217	0/-3	
12:30-1	30/250	30/247	0/-3	
1-1:30	30/280	30/277	0/-3	
1:30-2	20/300	20/297	0/-3	10 min. break
2-2:30	30/330	30/327	0/-3	
2:30-3	30/360	30/357	0/-3	
3-3:30	20/380	21/378	+1/-2	10 min. cleanup washup TL helped eta 5, 3 cycle-want on-time finish
3:30-4		2/380	+2/0	Overtime: Minutes, why? 2 min., made up for part shortage @ 10:30 pitch
Totals	380/380		0/0	Pretty good shift-external failure and recovered-minimal OT

Figura 7 - Exemplo de uma ficha de produção (Fonte: Mann, 2005)

#### 2.1.4.2 TRABALHO NORMALIZADO (STANDARD WORK)

O trabalho normalizado consiste na execução das tarefas, relativas a cada posto, da mesma maneira e na mesma sequência de operações por parte de todos os colaboradores. Ortiz (2006) realça ainda dois pontos importantes no seu ponto de vista, relativamente ao trabalho normalizado. O primeiro ponto é o apoio incondicional desta filosofia, pois permite a realização do trabalho de uma forma eficiente, segura e prática, permitindo reduzir drasticamente a confusão que muitas vezes existe na área de produção. O segundo ponto está realizado com a preparação da empresa para adotar esta filosofia, pois requer muito trabalho na sua implementação, um treino e preparação de todos os colaboradores.

Com a implementação desta filosofia todos os colaboradores saberão o que fazer em todos os pontos de produção. A identificação de problemas que possam surgir no desempenho das operações, torna-se mais simples e as resoluções associadas a estes problemas são mais fáceis de implementar. Bell e Orzen (2011) discordam da opinião de que a palavra *standardé* uma barreira à inovação e melhoria, pois implica rigidez e inflexibilidade. Os autores justificam a sua opinião afirmando que trabalho normalizado cria estabilidade nos processos, encorajando desta forma a inovação e melhoria, pois dificilmente se consegue melhorar um processo não estável e que não seja efetuado de uma forma consistente.

Hirano (2009) e Pinto (2009) afirmam que existem três elementos básicos para a normalização do trabalho. São eles:

- ✓ **Tempo de ciclo** – é o tempo necessário para a conclusão de cada operação do sistema produtivo.
- ✓ **Sequência de produção** – é a ordem pela qual as operações devem ser executadas para a finalização da tarefa em questão.
- ✓ **Nível *WIP*** – é a quantidade máxima de produto em *stock* que procede entre as diferentes etapas das operações, tendo em conta que o processo está a decorrer sem nenhuma variação.

#### 2.1.4.3 SISTEMAS À PROVA DE ERRO (*POKA-YOKE*)

Pinto (2009) refere que os sistemas à prova de erro são dispositivos que servem para a identificação e prevenção de prováveis causas de erros ou defeitos ao longo dos processos. Os princípios em que estes métodos de deteção de erros se baseiam podem ser aplicados na melhoria de produtos, serviços ou processos.

Shingo (1989) afirma que os métodos à prova de erro permitem alcançar a inspeção a 100% dos produtos quer por via mecânica quer física. Segundo o autor existem duas maneiras de usar um sistema à prova de erro:

- ✓ **Sistemas de controlo** – quando este sistema é ativado a máquina ou processo param, permitindo que o problema possa ser corrigido.
- ✓ **Sistemas de alarme** – quando o sistema é ativado um sinal sonoro ou luminoso é ativado. Este tipo de *poka-yoke* tem a contrapartida de não efetuar a paragem do sistema, permitindo assim que o produto ou processo continue o seu fluxo normal, no caso de nenhum colaborador ou responsável atender ao sinal.

Shingo (1989) realça ainda que o sistema *poka-yoke* não é um sistema de inspeção, mas sim um método de deteção de defeitos ou erros que pode ser utilizado para a função de inspeção.

Hirano (2009) acrescenta mais um método aos inicialmente identificados por Shingo. O autor classifica assim três tipos de sistemas à prova de erro, cada um destes sistemas é classificado ainda segundo duas outras características. Os sistemas são os seguintes:

- ✓ **Sistemas de paragem**

- **Dispositivos de anomalia** – quando detetada uma anomalia, que possa levar ao aparecimento de um defeito, ocorre a paragem do sistema.
- **Dispositivos de defeito** – quando o sistema deteta um defeito causado pelo processo, este imediatamente é interrompido.

✓ **Sistemas de controlo**

- **Controlo de erro** – previne que o operador se desvie da operação normalizada evitando que este provoque erros.
- **Controlo de fluxo** – previne que os produtos com defeito continuem o fluxo normal.

✓ **Sistemas de alarme**

- **Sinal de alarme** – este sistema utiliza um sinal sonoro ou luminoso para alertar os colaboradores que uma anomalia ocorreu, podendo resultar em um defeito.
- **Sinal de defeito** – este sistema usa um sinal sonoro ou luminoso avisando os colaboradores quando ocorre um defeito.

Por sua vez Pinto (2009) classifica ainda outro tipo de método de *error proofing*, fatores humanos:

- ✓ **Fatores humanos** – é um método de *poka-yoke* que recorre a cores, formas, símbolos, entre outros, simplificando os processos e evitando a ocorrência de erros ou defeitos.

#### 2.1.4.4 KAIZEN

*Kaizen* é uma palavra de origem japonesa que significa melhoria contínua. É uma metodologia que consiste em pequenas melhorias ao longo do tempo que servem de estrutura para a melhoria contínua do processo. Para a metodologia *Kaizen* é sempre possível melhorar, e nenhum dia deve passar sem que alguma medida de melhoria tenha sido implementada. Ortiz (2006) realça que a filosofia de melhoria contínua imposta pelo *Kaizen* requer a envolvimento de todos os colaboradores a todos os níveis da empresa. Esta metodologia deve estar integrada no quotidiano dos processos da empresa, focando-se na eliminação dos desperdícios, criação de atividades normalizadas e ter sempre um local de trabalho limpo e organizado. As melhorias

que surgem com a implementação do *Kaizen* são geralmente pequenas e subtis, mas tendem a ter, ao longo do tempo, um impacto muito positivo e duradouro. O autor salienta que o sucesso do *Kaizen* provém das pessoas envolvidas e não na aquisição de novas e melhores máquinas ou equipamentos.

Bell e Ortiz (2011) afirmam que existem dois tipos de *Kaizen*:

- ✓ ***Kaizen de sistema (ou fluxo)*** – consiste na melhoria da cadeia de valor da organização, melhorando o fluxo de materiais e informação. É considerado como o centro da gestão.
- ✓ ***Kaizen de processo*** – acontece quando é reunida uma ou mais equipas *Kaizen* concentrando-se numa área específica para a melhoria da cadeia de valor dessa área.

Os autores consideram ainda que ao obter melhorias em um destes tipos de *Kaizen*, irá refletir-se também, positivamente, no outro tipo.

### **Eventos *Kaizen***

Os eventos *Kaizen* são atividades agendadas que são utilizadas nas empresas para alcançarem rápidas melhorias significativas. Martin e Osterling (2007) afirmam que estes eventos permitem alcançar uma estrutura na qual, as equipas designadas para o evento, aprendem a identificar os desperdícios e a aplicar as ferramentas *Lean* indicadas para a eliminação destes. Os autores apresentam ainda um conjunto de resultados que é possível alcançar através de um evento *Kaizen*:

- ✓ Rápida recuperação do capital investido;
- ✓ Aumento da produtividade;
- ✓ Melhoria na qualidade dos produtos e processos;
- ✓ Redução dos custos;
- ✓ Melhoramento das relações entre departamentos;
- ✓ Os colaboradores tornam-se mais valiosos para a organização.

Todos estes resultados levam ao aumento dos lucros, aumentando a satisfação e lealdade dos clientes finais.



## 2.2. GESTÃO DE OPERAÇÕES

A gestão de operações consiste na gestão dos recursos que uma organização tem ao seu dispor de maneira a que as necessidades dos clientes sejam satisfeitas na quantidade certa no momento em que são necessárias. As decisões de capacidade são um dos pontos-chave na gestão de operações, pois envolvem uma necessidade de gestão entre o investimento em recursos de produção e ao mesmo tempo o de fazer o melhor uso deles (Blackmon *et al.* 2001).

### 2.2.1. CAPACIDADE

Na literatura pesquisada é possível encontrar diferentes definições sobre o que é capacidade e o que esta representa. Capacidade é a quantidade máxima de produtos e/ou serviços que podem ser obtidos por um determinado posto de trabalho durante um certo período de tempo (Machuca, *et al.*, 1994). Para Stevenson (2001) capacidade é o limite superior que uma unidade produtiva pode suportar. Esta unidade operacional pode ser uma fábrica, uma máquina ou um posto de trabalho. Meredith (1992) classifica capacidade como a quantidade máxima disponível de output num determinado período de tempo. Pinto (2009) refere que a capacidade de um sistema representa o que esse sistema consegue fazer, produzir, servir ou assegurar. Este autor contrasta ainda a facilidade da definição de capacidade com a dificuldade na definição das unidades de medida, pois nem sempre é fácil para uma empresa a determinação destas medidas. Relativamente a capacidade é ainda importante identificar outras duas noções, carga e ocupação. Carga representa aquilo que se pede ao sistema, estas duas grandezas (carga e capacidade) devem ser apresentadas na mesma unidade de medida. Ocupação mede a relação entre a carga e a capacidade. A ocupação terá sempre de ser inferior a 100%. Pinto (2009) refere que é na definição de um valor ótimo de ocupação que está um grande desafio para qualquer gestor. Baixos níveis de ocupação significam que, por um lado, existe capacidade livre para responder a procura instáveis, mas por outro, baixa produtividade devido à baixa utilização dos meios disponíveis.

Para Pinto (2009) existe um conjunto de fatores que conjugados podem potenciar a capacidade de uma empresa e fortalecer a sua vantagem no mercado. Estes fatores são:

- ✓ Instalações e equipamentos;
- ✓ Recursos humanos;
- ✓ Produtos e/ou serviços;

- ✓ Domínio da tecnologia instalada;
- ✓ Métodos de organização e gestão empresarial;
- ✓ Know-how e experiência existente na organização;
- ✓ Maturidade do processo de fabrico.

Balanchandran *et al.* (2007) e Blackmon *et al.* (2001) afirmam que existem diferentes tipos de capacidade (figura 8):

- ✓ **Capacidade teórica** – é a capacidade que um recurso tem, se for usado no máximo período de tempo, vinte e quatro horas por dia, 365 dias por ano.
- ✓ **Capacidade máxima** – é o máximo de *output* que um recurso pode alcançar, tendo em conta as restrições de tecnologia e ambiente existentes na empresa.
- ✓ **Capacidade efetiva** – é a utilização ótima da capacidade disponível, tendo em conta as flutuações de procura que possam existir.
- ✓ **Capacidade de projeto** – é o nível máximo de capacidade para o qual uma operação foi projetada, considerando os períodos em que não produz.

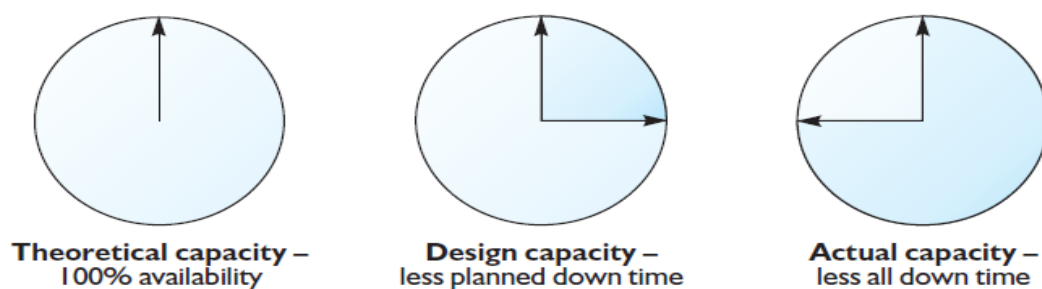


Figura 8- Capacidade teórica, atual e de projeto Fonte (Blackmon *et al.*, 2001)

### 2.2.2. MEDIDAS DE DESEMPENHO

Para um cálculo eficaz e correto de capacidades existem vários fatores cruciais a ter em conta, para se poder obter um plano realista e funcional. Estes fatores são a disponibilidade, tempo de ciclo, eficiência, *takt time* e o OEE (*overall equipment efficiency*).

Disponibilidade, para Pinto (2009), mede a relação entre o tempo útil e o tempo disponível. A figura 9 exemplifica esta relação. Note-se que:

- ✓ As “pausas” identificadas referem-se a tempos resultantes de pausas ou intervalos instituídos, mudanças de turno, *Setups*, manutenção entre outras.
- ✓ As “paragens não programadas” têm a ver, por exemplo, com avarias nos equipamentos, problemas de qualidade, falhas nas entregas de materiais, perdas de velocidade nos processos, entre outros.

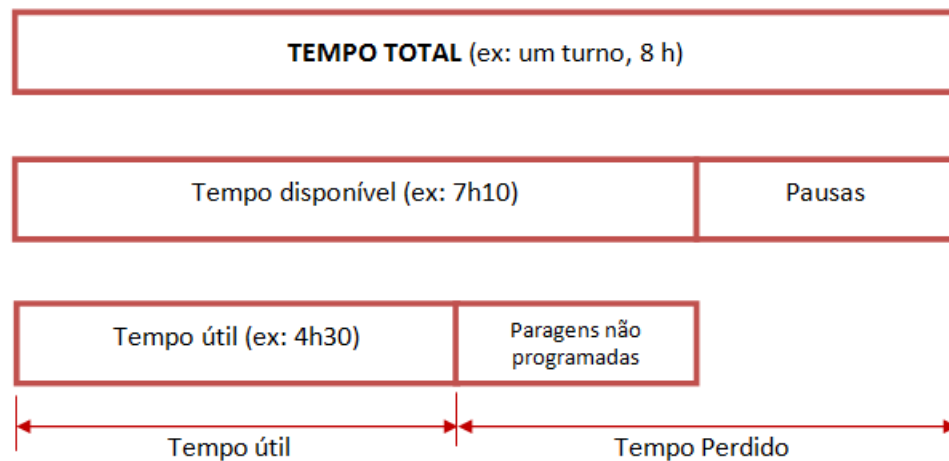


Figura 9 - Relação entre os tempos envolvidos nas operações (Fonte: Pinto, 2009)

Este é um fator importante pois no cálculo de capacidades é necessário saber qual o tempo útil que existe efetivamente disponível para as operações.

Dito isto a disponibilidade pode ser obtida da seguinte relação:

Equação 1 – Cálculo da Disponibilidade

$$D = \frac{\text{Tempo útil}}{\text{Tempo disponível}} \times 100\%$$

O tempo de ciclo corresponde ao tempo entre peças sucessivas. Este tempo é definido pela operação mais lenta ou crítica. Esta operação é definida como gargalo ou estrangulamento (*bottleneck*). O gargalo é o que dita o ritmo da linha, pois é ele que dita o ritmo de output da mesma e define o volume de *stocks* intermédios. É a esta operação que é atribuída a capacidade do processo (Pinto, 2009).

Carvalho (2008), afirma que tempo de ciclo é o intervalo de tempo entre duas peças consecutivas, processadas num sistema produtivo.

*Takt time* define-se como:

Equação 2 – Cálculo do *Takt time*

$$Takt\ time = \frac{tempo\ disponível}{procura}$$

Isto significa que *takt time* é o tempo disponível de produção dividido pela procura. No caso de uma empresa operar em dois turnos de 8 horas cada e a procura é de 7600 unidades/dia, então o *takt time* é obtido dividindo o tempo disponível de produção, 960 min/dia por 7600 unidades/dia, obtendo-se 8 unidades/minuto.

Pinto (2009) afirma que *takt time* é um tempo de ciclo calculado em função da procura. Esta medida é inversamente proporcional à procura, ou seja, quando a procura aumenta, o *takt time* diminui, o oposto acontece quando a procura diminui. O objetivo do *takt time* consiste em alinhar o ritmo de produção com o ritmo da procura. Para permitir isto as empresas necessitam de usar sistemas *pull* uma vez que indexa a cadência produtiva ao ritmo da procura.

Eficiência é obtida através da relação entre os resultados alcançados e os resultados esperados, ou seja, a eficiência mede a capacidade que um sistema tem para alcançar os objetivos propostos (Pinto, 2009).

As duas equações seguintes demonstram como se pode calcular a eficiência:

Equação 3 - Cálculo da Eficiência

$$E = \frac{resultados\ alcançados}{resultados\ esperados} \times 100\%$$

$$E = \frac{tempo\ padrão}{tempo\ actual} \times 100\%$$

Na segunda equação, o tempo padrão é o tempo esperado para a realização da tarefa em questão. É de notar que os resultados obtidos por qualquer uma das equações serão os mesmos.

A eficiência de um processo poderá superar os 100%, significando que no período em que se realiza a observação os objetivos foram ultrapassados. Neste caso é também relevante que haja uma atenção especial, pois o processo estando acima de 100% pode também resultar que o operador esteja a trabalhar a uma velocidade excessiva. Um exemplo será, por exemplo, num posto de inspeção de qualidade o operador não prestar a devida atenção a todos os defeitos que possam surgir.

Pinto (2009) refere que a **eficiência global** ou **OEE** (*overall equipment efficiency*) é utilizada para a determinação do desempenho global de um processo ou sistema. A fórmula utilizada para a determinação de OEE é a seguinte:

Equação 4 - Cálculo da Eficiência Global

$$OEE = E \times D \times Q$$

Esta métrica avalia o desempenho de todo o processo e não das operações que compõe o processo. Esta medida utiliza os três fatores que, numa empresa, estão envolvidos na criação de valor:

- ✓ **E**- refere-se às pessoas (Eficiência);
- ✓ **Q**- aos processos (Qualidade);
- ✓ **D**- aos equipamentos (Disponibilidade).

### 3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

Este capítulo descreve sucintamente a empresa *Delphi Automotive Systems Portugal* bem como o sistema de produção onde foi realizado o trabalho descrito nesta dissertação.

#### 3.1. *DELPHI AUTOMOTIVE SYSTEMS PORTUGAL*

A *Delphi Automotive Systems Portugal*, sediada em Braga, é uma empresa que pertence ao grupo Delphi. Este grupo possui sede em Troy nos EUA e é um dos maiores fornecedores da indústria automóvel. Emprega cerca de 107 mil pessoas em todo o mundo e movimenta aproximadamente 18 mil milhões de dólares anualmente. Está organizada numa estrutura em matriz possuindo mercados nos EUA, Europa e Ásia, estando estruturada em cinco divisões.

Em 1945 Max Grundig cria a primeira marca de rádios, fundando a empresa de Braga em 1964 anos depois. Na década de 1970 produziram-se televisores (a preto e branco) e autorrádios. A primeira televisão a cores surge em 1978 juntamente com o Hi-Fi. Dez anos mais tarde, inicia-se a produção de telefones sem fios, os telemóveis. A Delphi Braga pertence à PBU (*Product Business Unit*) de I&DI (*Infotainment and Driver Interface*) que por sua vez pertence, à divisão E&S (*Electronics & Safety*). Esta divisão da Delphi tem sede em Kokomo e representação Europeia em Wuppertal (Alemanha).

A Delphi em Braga (figura 10), é uma empresa especializada no fabrico de peças de plástico, peças eletrónicas, sistemas de navegação e montagem final de autorrádios. A empresa emprega cerca de 750 colaboradores e cobre uma área coberta de cerca de 17000 m<sup>2</sup> do total 30000 m<sup>2</sup>, sendo constituída por quatro edifícios (figura 11). Anualmente a *Delphi* produz mais de 2 milhões de aparelhos, sempre com a qualidade e fiabilidade máxima, exportando quase na sua totalidade para os maiores produtores da indústria automóvel.



Figura 10 – Instalações Delphi Braga

O principal objetivo da empresa é ser reconhecida pelos seus clientes como o seu melhor fornecedor. Para tal tem como base “os 7 absolutos de excelência”. Isto é, foca-se no cliente, tem como objetivo fazer bem à primeira, tendo como método a inovação e melhoria contínua, manter o controlo através do feedback do cliente e trabalhando em equipa de forma a receber como recompensa segurança e reconhecimento.

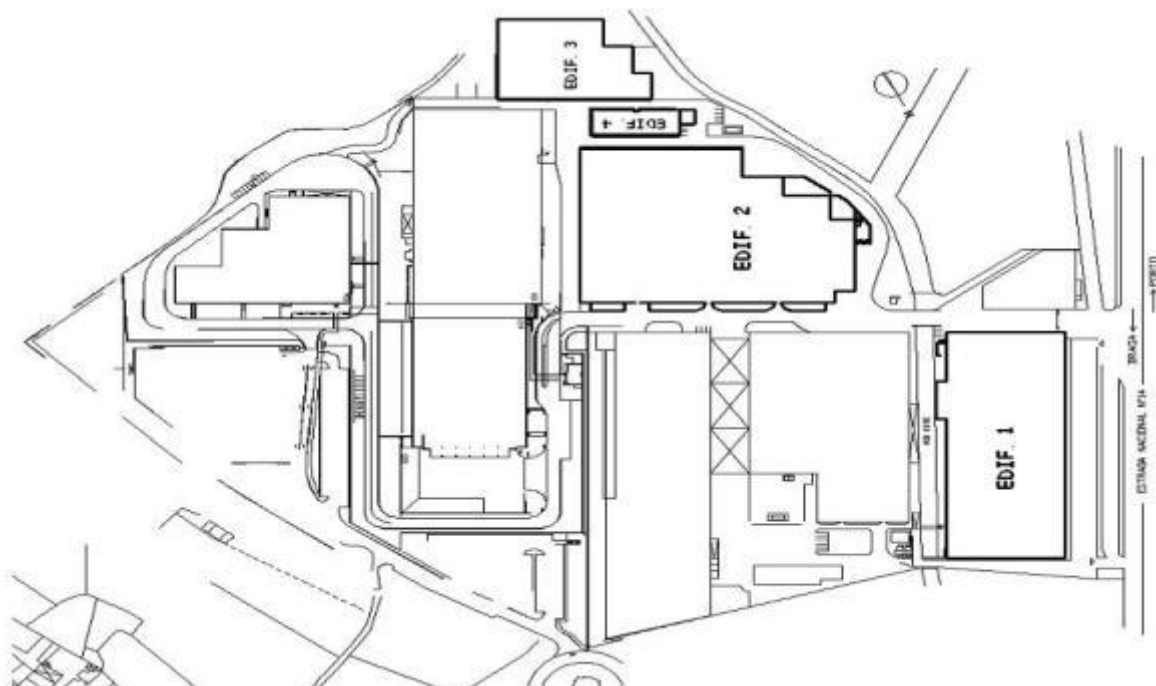


Figura 11- Complexo fabril da Delphi

### 3.1.1 PRODUTOS E PRINCIPAIS CLIENTES

A *Delphi* possui uma vasta gama de clientes e produz variados produtos. Dentro dos produtos a *Delphi* concentra-se na produção das componentes eletrónicas do autorrádio, sistemas de receção (e.g. antenas), *displays* remotos, sistemas de navegação e mais recentemente procede também à injeção de plásticos e montagem final dos painéis (blendas) dos autorrádios.

Os clientes da *Delphi Automotive SystemsPortugal* incluem os principais construtores automóveis europeu, entre outros:

- ✓ *BMW*
- ✓ *Opel*
- ✓ *Fiat*
- ✓ *Volkswagen*
- ✓ *Rolls Royce*
- ✓ *Skoda*
- ✓ *Audi*
- ✓ *Volvo*
- ✓ *Tata*
- ✓ *Ford*
- ✓ *Renault*

### 3.1.2 COMPLEXO FABRIL DA DELPHI EM BRAGA

A *Delphi* em Braga está dividida em dois edifícios principais (ver figura 12 da página anterior). No edifício 1 procede-se à montagem dos componentes eletrónicos nos autorrádios, antenas, *displays* e sistemas de receção, ou seja, tudo o que é eletrónico é montado neste edifício. No edifício 2, o edifício mais recente, procede-se à injeção, pintura e montagem das blendas para os autorrádios. As blendas depois de montadas neste edifício, são de seguida transportadas para o edifício 1 para então se proceder à montagem dos componentes eletrónicos com a blenda. Considera-se então que o cliente final do edifício 2 é o edifício 1.

## 3.2 ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA *DELPHI*

Relativamente ao sistema produtivo no edifício 2, este é constituído por quatro áreas principais: injeção, pintura, montagem final e área de retrabalho.



### 3.2.1 INJEÇÃO

A área de injeção é onde se dá início a produção do departamento de plásticos. Esta área é constituída por dez máquinas, sendo que duas são de bi-injeção. As máquinas de bi-injeção têm a particularidade de poderem injetar dois tipos de materiais diferentes, enquanto que as de injeção normal apenas podem injetar um tipo de material de cada vez.

### 3.2.2 PINTURA

Após injeção as peças (botões, blendas, *retainers*) são pintadas na secção de pintura. Esta área contém duas máquinas de pintura automática, podendo efetuar em simultâneo a pintura de diferentes produtos, e.g. *Skoda25* e *Vw Low*. Após a execução da pintura as peças seguem diretamente para os fornos para se proceder à cura da tinta, de modo a que esta fique bem fixa na blenda. Normalmente a temperatura de cura ronda os 80°C. Depois da cura os carros são retirados do forno e encaminhados para a área de montagem, mais concretamente na área de *WIP* do posto de inspeção da pintura, para se proceder à inspeção.

### 3.2.3 MONTAGEM FINAL

A área de montagem final inicialmente era constituída por sete postos de trabalho distintos, carregamento, inspeção de pintura, linha de montagem, cravação, laser, inspeção final e embalagem. É de notar que o posto de carregamento, a nível funcional, não pertence à montagem final, mas sim à pintura, mas as chefias da área de montagem final efetuam o planeamento e controlo deste posto de trabalho. É por esta razão que neste capítulo se considera este posto como parte da área da montagem final. É importante referir ainda que existem zonas delimitadas no chão da fábrica, com diferentes cores. A tabela 1 identifica o significado de cada cor.

Tabela 2 - Designação das áreas delimitadas.

Cor	Significado
Azul	Matéria-prima (interno ou externo)
Verde	Material em WIP
Amarelo	Material suspeito
Branco	Itens fixos

## 1. CARREGAMENTO

A função deste posto de trabalho (figura 12) consiste em carregar as peças (botões, painéis, *retainers*, lentes), que ainda se encontram apenas injetadas (virgens), para seguirem para a pintura. O carregamento é feito através da utilização de três componentes: bancada, rede e carro. Na bancada é colocada uma rede, com *jigs* no caso dos botões, ou sem nada, no caso dos painéis. Para os botões, independentemente do produto, cada rede consegue suportar seis *jigs*, sendo que no caso dos painéis cada rede suporta oito painéis.



Figura 12 – Posto de carregamento.

Após estar devidamente carregada a rede é colocada no carro, cada carro normalmente leva dez redes. A um carro está sempre associado um documento, denominado *traveller* ou manifesto. É obrigatório o *traveller* seguir com o carro, pois este documento serve para identificar o material carregado no respetivo carro. É considerado como a ligação entre o carregamento e a pintura, pois o colaborador que se encontra na pintura ao ler o *traveller* consegue identificar imediatamente o que irá pintar. Antes de o carro seguir para a pintura o *traveller* é lido para dar como consumido o material que descrito no documento, para assim se dar baixa no sistema. Este manifesto contém as seguintes informações:

- ✓ data de emissão;
- ✓ quantidade de *jigs* no carro;
- ✓ quantidade de redes;

- ✓ *part numbers* presentes no carro.

O posto do carregamento é constituído por quatro bancadas, sendo cada uma devidamente equipada com os materiais e locais próprios para a correta funcionalidade deste posto.

#### **MATERIAIS**

- ✓ **Pistola de ar comprimido**, que é utilizada para remover as impurezas que possam existir tanto nos botões como nos painéis.
- **Recipiente com álcool**, que serve para remover as impurezas que permaneceram após a limpeza com ar comprimido.
- ✓ **Tabuleiro**, devidamente identificado, com uma etiqueta amarela, que é utilizado para colocar os botões que possam surgir com defeito. Cada tabuleiro possui ainda um conjunto de pequenos cartões que contém a indicação da designação de cada botão, para que possam ser distinguidos e separados para que quando seguirem para a área de análise possam ser rapidamente controlados e separados.

#### **LOCAIS**

- ✓ **Prateleira** alocada num nível superior a cada bancada, com a funcionalidade de servir para colocar as caixas de plástico com os botões para o preenchimento do *jig*.
- ✓ **Rampas laterais** existentes em todas as bancadas, com o objetivo de colocar as caixas azuis que contêm painéis provenientes da injeção. Estas rampas também servem para colocar *blisters* vazios ou ainda para colocar as caixas de plástico dos botões, caso a prateleira superior não tenha espaço suficiente para todas as caixas (por exemplo o Vw Low que contém catorze botões diferentes, ou seja, catorze caixas de plástico).
- ✓ **Área devidamente identificada** no chão ao lado de cada bancada, que serve para delimitar a zona em que os carros a carregar devem situar-se.
- ✓ **Prateleira** que está situada por baixo da bancada de carregamento, que serve para colocar o tabuleiro onde se colocam as peças defeituosas.

Relativamente a este posto de trabalho é ainda importante referir a existência de zonas delimitadas no chão para carros vazios. Estes carros vazios deverão estar sempre dentro desta zona, para que quando necessário, prosseguirem para o carregamento. Todas as bancadas possuem iluminação adequada aos respetivos postos.

## 2. INSPEÇÃO DE PINTURA

Este posto (figura 13) é também constituído por quatro bancadas, está equipado com os materiais requeridos e as devidas zonas corretamente delimitadas, para tirar o máximo proveito do utilizador do posto.



Figura 13 - Posto de inspeção de pintura

Neste posto é realizada uma inspeção visual a 100% de todas as peças que provêm da pintura. O objetivo deste posto é o de identificar, separar e segregar todas as peças que possam vir da pintura e que não apresentem a conformidade desejada para seguirem o processo.

Os defeitos que usualmente se procuram identificar neste posto são os seguintes:

- ✓ Inclusões;
- ✓ Riscos;
- ✓ Falta de tinta;
- ✓ Rugosidade excessiva da tinta;
- ✓ *Cracks*;
- ✓ Danificações:
- ✓ Manchas.

De seguida apresenta-se a listagem dos materiais necessários para este posto e os locais existentes.

## MATERIAL

- ✓ **Blisters amarelos**, que são caracterizados por possuírem uma fita amarela que permite reconhecer que estes *blisters* são apenas utilizados para colocar painéis que não possuem a conformidade desejada para a sua continuação no processo.
- ✓ **Blisters normais**, são *blisters* sem qualquer identificação onde se colocam as blendas que passaram na inspeção de pintura, e que estão prontas para seguirem para a produção, ou, como normalmente acontece, são colocadas em caixas azuis e armazenadas nas rampas situadas no minimercado.
- ✓ **Caixas de plástico**, onde são colocados os botões parciais que servem para substituir os botões com defeito retirados dos *jigs*.
- ✓ **Tabuleiros amarelos**, são também caracterizados por possuírem uma fita amarela. Cada tabuleiro possui um conjunto de cartões com a designação e o *part number* de cada botão que está a ser inspecionado. Estes tabuleiros possuem várias divisões, sendo que em cada divisão tem de estar presente o cartão identificativo do botão que se encontra nessa divisão. Os tabuleiros amarelos são utilizados para colocar os botões que não passaram na inspeção, ou seja, os botões defeituosos.
- ✓ **Dois carrinhos**, um devidamente identificado com a cor amarela e o outro sem nenhuma identificação em especial.

O carrinho amarelo é utilizado para colocar os *blisters* amarelos com as blendas defeituosas, que vão, após o término da inspeção de todo o carro, seguir diretamente para a área de análise. Juntamente com o conjunto de blendas defeituosas, segue também o *traveller* que identifica o carro do qual estas blendas provêm. Para os botões é a mesma situação, mas em vez de se colocarem os *blisters* nos carrinhos, colocam-se os tabuleiros amarelos. O carrinho normal serve para duas situações distintas, colocar os *blisters* normais ou colocar os *jigs* de botões completos. No primeiro caso as blendas que passam na inspeção são colocadas nestes *blisters*. No segundo caso os botões são colocados no carrinho para serem levados diretamente para a linha de montagem para serem consumidos ou normalmente para serem colocados em caixas cinzentas para depois, assim como as blendas, serem colocados nas rampas do minimercado em *stock*.

## LOCAIS

- ✓ **Área azul** que é utilizada para se colocar os carros que vêm da pintura, com o material pintado. Estes carros são depois recolhidos para o respetivo posto de inspeção pelo colaborador.
- ✓ **Prateleira**, alocada ligeiramente acima do local de trabalho, onde são colocadas as caixas de plástico que contêm os respetivos botões do produto a ser inspecionado. Estes botões também já se encontram pintados e são utilizados para substituírem aqueles botões que são identificados como defeituosos e são devidamente segregados. Cada caixa possui um tipo de botão, isto significa que o número de caixas existente no local de trabalho é igual ao número de botões presentes em cada *jig*. Os botões presentes nas caixas são usualmente denominados por botões parciais.
- ✓ **Três áreas verdes**, delimitadas ao lado de cada bancada. Duas destas áreas estão situadas do lado mais próximo da área onde são alocados os carrinhos provenientes da pintura. Isto significa que cada bancada pode ter, no máximo dois carros para inspecionar. Estas áreas são as corretas para alocar os carros a serem inspecionados. A outra área verde é onde se encontra o carrinho de *output*. Esta área encontra-se situada do lado mais próximo à linha de montagem.
- ✓ **Área amarela**, situada ao lado de cada bancada. Esta área é onde se colocam os carrinhos amarelos, com o fim de serem ocupados com as peças defeituosas que se possam encontrar durante a inspeção.

É importante referir que, assim como nos postos de carregamento, os postos de inspeção de pintura também se encontram devidamente iluminados.

## 3. LINHA DE MONTAGEM

A linha de montagem (figura 14) é o posto onde se procede à montagem da blenda. Esta linha encontra-se preparada, no máximo, para três postos, sendo que também pode atuar com um ou dois. O mais usual é a linha atuar com os três postos. É neste posto que a blenda procedente da inspeção de pintura ou do minimercado é montada consoante os materiais existentes na sua lista de materiais. Isto significa que é aqui que a blenda, passando pelos processos de montagem, irá sair com todos os botões e restantes materiais montados (feltro, guia de cd,

guias de luz, etc.). De seguida descreve-se os materiais existentes nos postos bem como os locais que são necessários para a correta funcionalidade da linha. Como já foi referido, nesta parte, não se irá proceder à descrição e caracterização das operações associadas a esta linha.



Figura 14 - Linha de montagem

### **LOCAIS**

Nesta descrição dos locais existentes na linha de montagem, não há diferença entre os postos, ou porque os locais dos postos são iguais ou porque as áreas que serão referidas são comuns à linha e não a cada posto em particular.

- ✓ **Prateleira** colocada ligeiramente por cima do posto, com o objetivo de suportar a entrada de material necessário para o primeiro posto, um exemplo comum a todos os produtos são as etiquetas de identificação do produto.
- ✓ **Três rampas** duas do lado direito de cada posto que é utilizada para a entrada de *jigs* de botões e uma do lado esquerdo serve para colocar o material que é gasto

durante as operações, como por exemplo os papéis das etiquetas ou caixas vazias para serem novamente reabastecidas.

- ✓ **Prateleira inferior** em cada posto, utilizada para colocar *blisters* amarelos. Nestes *blisters* são colocadas as blendas com defeito detetadas durante o processo de montagem. Estes defeitos podem acontecer, por exemplo, durante o transporte da inspeção de pintura para a linha, ou durante o transporte do minimercado para a linha ou ainda por mau manuseamento durante o processo de montagem.
- ✓ **Dois zonas verdes**, uma no início da linha e outra no fim. Na zona verde que está no início da linha de montagem está alocado um trolley onde são colocadas as blendas que irão dar início ao processo de montagem (input). Estas blendas estão colocadas em *blisters*, pois é assim que provêm tanto da inspeção de pintura, como do minimercado. A zona verde final também possui um trolley onde são colocadas as blendas após passarem pelo processo de montagem, ou seja com todos os botões, prontas para seguirem para o processo seguinte (output). Nesta última zona, as blendas são colocadas em tabuleiros pretos, e não em *blisters* como as que dão entrada na linha. Esta diferença é justificada pela existência, em certos produtos, de material mais suscetível a danificações após o processo de montagem. Outra justificação é a grande diferença de valor perdido entre uma blenda por montar e uma completamente montada, isto é, o custo de uma blenda montada é substancialmente superior ao de uma blenda por montar.
- ✓ **Quatro zonas verdes tracejadas**, uma entre o primeiro e o segundo posto, outra entre o segundo e o terceiro posto e as restantes duas por trás da linha de montagem. As duas zonas tracejadas colocadas entre os postos têm o mesmo fim da zona verde de entrada falada anteriormente. Isto significa que nestas zonas verdes são colocados os *trolleys* de entrada, consoante o número de postos com que a linha de montagem está a funcionar.

#### 4. CRAVAÇÃO

Este posto (figura 15) é constituído por duas máquinas de cravação a quente (*heat stake*). O objetivo destas máquinas é o de agregar os componentes da blenda, através de junção a alta temperatura. Uma máquina é constituída por duas bases, uma superior e uma inferior, a base superior é constituída por várias zonas e por diversas punções que iram proceder à cravação



dos pontos da blenda (o número de zonas e de punções varia consoante o produto selecionado).



Figura 15 – Posto de Cravação

A cravação é o processo de conexão de dois componentes, criando um ajuste de interferência entre as duas partes. Uma peça tem um furo no meio, enquanto a outra tem um pino que encaixa no furo. O pino está subdimensionado para que seja um ajuste de deslizamento. Quando a base superior baixa, as punções desta derreterem os pinos existentes na blenda, para que estes formem uma espécie de cogumelo que irá prender uma peça à outra. Após este processo é muito importante que o colaborador que esteja a operar a máquina verifique todos os pontos de cravação e também se surgiu alguma marca na parte da frente da blenda. Estas marcas poderão aparecer devido à pressão que a base superior exerce sobre a blenda, que é colocada na base inferior. Todas as bases possuem diversos sensores que têm a função de detetar que todas as peças que constituem a blenda estão presentes. Se um dos sensores não detetar o material, a base superior não baixa. Estes sensores estão representados no ecrã tátil

que a máquina possui. Descreve-se agora os materiais e os locais existentes neste posto de trabalho.

#### **MATERIAIS**

- ✓ **Dois trolleys** um do lado direito do posto e outro do lado esquerdo. O do lado esquerdo é onde se colocam as blendas que vão entrar no processo, o do lado direito colocam-se as que saem.

#### **LOCAIS**

- ✓ **Duas zonas verdes**, uma do lado direito e uma do lado esquerdo de cada máquina. Em ambas as zonas está alocado um *trolley*, o da esquerda é onde são colocadas as blendas que provêm da linha de montagem para serem cravadas (*input*). O *trolley* da direita é onde são colocadas as blendas já cravadas e prontas a seguir para a operação seguinte (*output*).

### **5. LASER**

Este posto (figura 16) é constituído por duas máquinas de laser. A função destas máquinas consiste em gravar os botões da blenda (através de remoção da tinta). Estas máquinas estão conectadas a um computador, que possui os programas que a máquina pode executar. Estes programas são depois transmitidos à máquina quando o operador lê a etiqueta do produto. Ao ler a etiqueta no *scanner* a máquina deteta automaticamente qual a peça identificada e qual o programa a ser executado. Cada máquina laser possui uma base rotativa, que por sua vez está preparada para ter, de cada um dos lados duas bases pequenas removíveis. Cada produto que a fábrica produz, e que necessita de laser, tem sempre duas bases removíveis que podem ser utilizadas na laser.



Figura 16 - Máquina de laser

Cada máquina tem ainda um aspirador alocado, este aspirador tem a função de absorver as partículas de tinta que são removidas dentro da máquina.

#### **MATERIAIS**

- ✓ **Dois trolleys** um do lado direito do posto e outro do lado esquerdo. O do lado esquerdo é onde se colocam as blendas que vão entrar no processo, o do lado direito colocam-se as que saem.

#### **LOCAIS**

- ✓ **Duas zonas verdes**, uma do lado direito e uma do lado esquerdo de cada máquina. Em ambas as zonas está alocado um *trolley*, o da esquerda é onde são colocadas as blendas que provêm da linha de montagem para serem cravadas (*input*). O *trolley* da direita é

onde são colocadas as blendas já cravadas e prontas a seguir para a operação seguinte (*output*).

- ✓ **Uma estante** onde são guardadas todas as bases que não estão a ser utilizadas para a operação. Esta base está situada ao lado da máquina mais à esquerda.

## 6. INSPEÇÃO FINAL E EMBALAGEM

O posto de inspeção final (figura 17) é a ultima triagem de blendas defeituosas do processo. Existem três postos de inspeção, todos devidamente equipados com os materiais e locais apropriados para a correta funcionalidade do posto. O objetivo deste posto de inspeção consiste em filtrar peças que possam ter passado com defeito no posto de inspeção de pintura e também de filtrar as peças que possam ter sofrido qualquer tipo de danificação, risco, ou outro defeito que possa ter surgido durante o processo.



Figura 17 - Posto de inspeção final

A inspeção feita neste posto é uma inspeção visual e funcional a 100% de todas as blendas.

Neste posto são verificados os seguintes pontos:

- ✓ Todos os pontos de cravação;
- ✓ Todos os pinos de encaixe da blenda;
- ✓ Funcionalidade de todas as teclas;

- ✓ Qualidade da gravação do laser;
- ✓ Inclusões na blenda e nos botões;
- ✓ Riscos na blenda e nos botões;
- ✓ Danificações em todos os componentes.

#### **MATERIAIS**

- ✓ **Blisters amarelos** que são utilizados para colocar as blendas que são encontradas com defeito.
- ✓ **Dois trolleys**, um para a entrada das blendas, ou seja é onde são colocados os tabuleiros com as blendas que vão dar entrada para serem inspecionadas, e outro para as blendas que passam na inspeção e que seguem para posterior embalagem.
- ✓ **Dispositivo de inspeção** que é utilizado para dois testes extremamente importantes. O primeiro é a simulação da atuação das teclas no autorrádio, ou seja, todas as teclas são pressionadas e forçadas a atuar. O outro teste é o teste do laser. Este dispositivo possui um foco que quando é baixado faz com que o dispositivo dê luz. Com esta luz o operador verifica se todas as teclas possuem o laser bem realizado.

O posto de embalagem é onde as blendas são lidas e colocadas em *blisters* para seguirem para o edifício 1. Ao lado deste posto encontra-se uma rampa onde são colocadas as caixas para, depois de prontas, serem recolhidas pelo responsável de abastecimento e colocadas na respetiva palete à espera de seguirem para o seu destino.

Neste posto o colaborador lê a etiqueta de cada blenda, à medida que o colaborador vai lendo a etiqueta o computador vai reconhecendo o produto e vai contabilizando as blendas. Ao chegar às quarenta blendas o computador emite automaticamente uma etiqueta com o tipo de produto e o número de unidades. Esta etiqueta é posteriormente colada na parte exterior da caixa.

Como se pode verificar na figura 18 está representado o *layout* do edifício onde estão assinaladas as localizações dos respetivos postos.

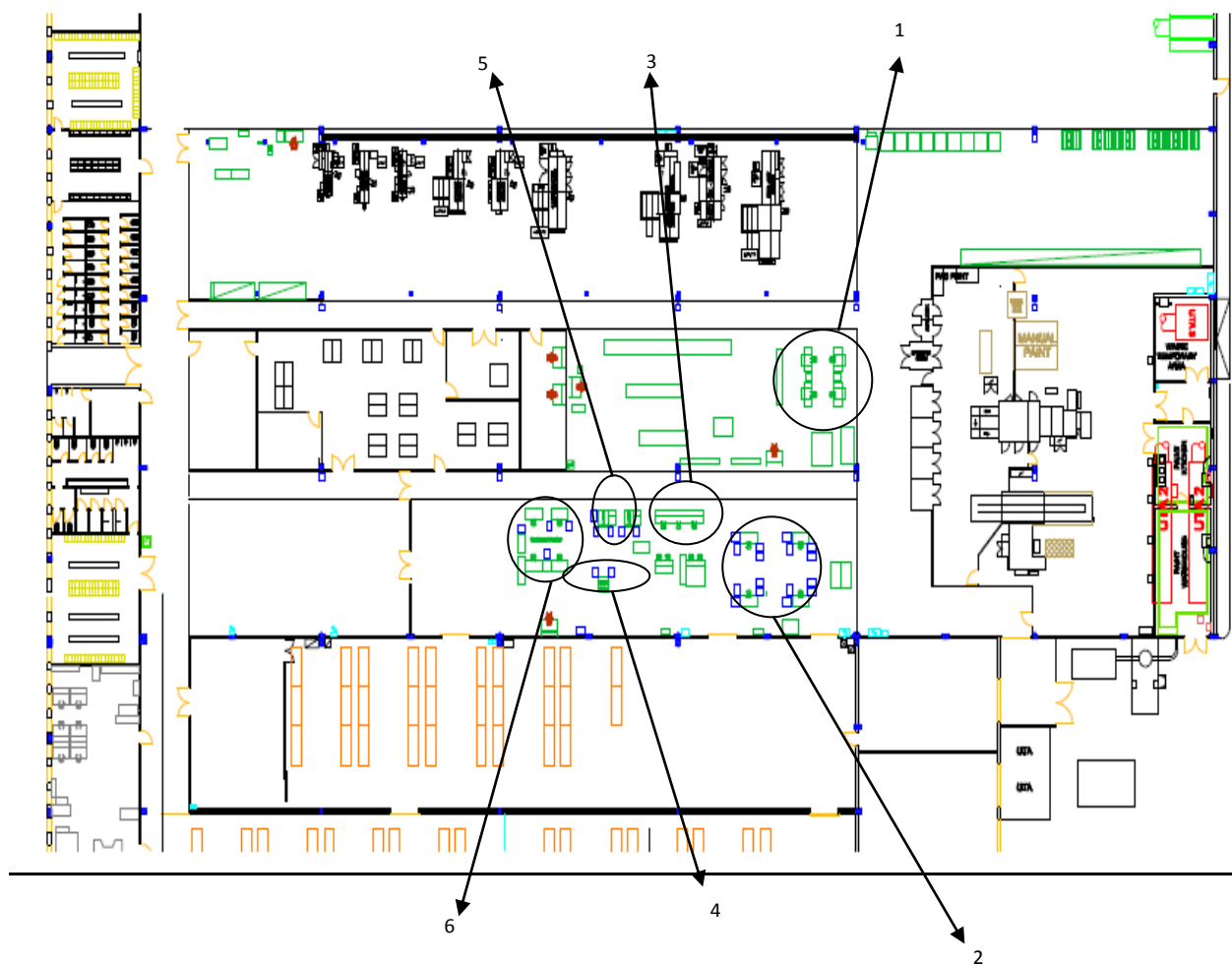


Figura 18- Layout Edificio 2



## 4. IMPLEMENTAÇÃO DE UMA NOVA LINHA DE PRODUÇÃO

Na secção de injeção do edifício 2 procedia-se inicialmente à injeção de plásticos de apenas três produtos distintos: *Volkswagen Low* (Vw Low), *TataNavi* e *TataRadio*. Com o acréscimo de conhecimento e de experiência, a empresa pretendeu conquistar produtos novos para o departamento de plásticos, tendo conseguido ganhar a produção da blenda *Skoda 25 Low* (SK25). Para determinar se este era um projeto viável foi necessário proceder a estudos prévios e pesquisas, tendo-se analisado o sistema produtivo existente a nível de capacidades, de fluxo de processos e de produção, essencialmente para as áreas de injeção, pintura e montagem final. Como anteriormente referido, o tema desta dissertação abrange apenas a área de montagem final, por isso todos os resultados e estudos que estiveram por trás da implementação desta nova linha de produção, reportam apenas a esta área.

Neste capítulo começa-se por descrever a blenda SK25, os componentes associados à sua montagem e a composição do produto final. De seguida enunciam-se os principais problemas registados na implementação da linha de produção e também as soluções adotadas e necessidades de aquisição de novos materiais/equipamentos. Descreve-se depois e detalhadamente o sistema produtivo, as operações de cada posto de trabalho desde o carregamento até à embalagem da blenda. Por fim expõem-se os problemas que surgiram, as soluções encontradas e as alterações realizadas, após o arranque da produção do *Skoda25*.

### 4.1. SISTEMA PRODUTIVO SKODA25

A blenda SK25 é composta por artigos distintos: a blenda, montada com todos os componentes, e dois botões: o botão Menu e o *On/Off*. Estes botões designam-se *Knobs*. A montagem destes *knobs* na blenda é realizada apenas no Edifício 1, o que significa que para a área dos plásticos (Edifício 2) o produto SK25 é constituído por três produtos finais.

Na tabela 3 estão representados os componentes constituintes da blenda.



Tabela 3 – Lista de componentes da blenda

Componente		Quantidade
Etiqueta		1
<i>Push buttons</i>	PB-1	1
	PB-2	1
	PB-3	1
	PB-4	1
	PB-5	1
	PB-6	1
Cromado		1
Guia de luz		1
Feltro		1
Guia de CD		1
<i>Push buttons</i>	AS	1
	TP	1
	Eject	1
<i>Btm</i>		1
<i>Push buttons</i>	<i>Radio</i>	1
	<i>Media</i>	1
	<i>Backward</i>	1
	<i>Forward</i>	1
	<i>Info</i>	1
	<i>Sound</i>	1
Guia de luz <i>Knob</i>		2

A tabela 4 lista os componentes do *knob*.

Tabela 4 - Lista de componentes do *knob*

Componente
Knob Body
Spring Coil
Knob Shuck
Cap

A nível de sistema produtivo foi concluído que em muitos aspetos do fluxo de produção o *Skoda 25* não iria ser muito diferente dos restantes produtos. Para facilitar a explicação das dificuldades e das vantagens que existiram na implementação deste produto, pontualmente

proceder-se-á a uma comparação entre o produto *Volkswagen Low* e o *Skoda 25 Low*, pois são neste momento principais produtos deste departamento.

Para determinar as necessidades, de materiais, recursos e máquinas, que a instalação desta nova linha traria, analisou-se o sistema produtivo do *Vw Low* e também as características que a blenda *SK25* teria que possuir para a total satisfação do cliente final. Foi então determinado que seria necessária a aquisição de uma nova máquina (*Pad Print*).

De seguida procede-se à descrição do sistema produtivo da linha do *Skoda25*, com descrição detalhada das operações associadas a este produto nos postos de trabalho previamente descritos.

#### 4.1.1. CARREGAMENTO

Como já foi referido anteriormente este posto é responsável por preparar os botões e as blendas para a pintura. Esta preparação, no caso dos botões, consiste inicialmente na preparação dos carros. Estes são constituídos por dez redes, sendo colocados seis *jigs* por rede, ou seja, um total de sessenta *jigs* por carro. Após os carros estarem devidamente preparados, procede-se ao carregamento dos botões nos *jigs*.

Neste posto encontra-se uma das diferenças entre a linha de produção que serviu de base para a implementação do *SK25*, ou seja, o *Vw Low*, já que no caso do *Vw Low*, um *jig* contém todos os botões necessários para a montagem da blenda. Para o *SK25* é completamente diferente, já que para completar uma blenda são necessários três tipos de *jigs*, e para os *knobs* são necessários adicionalmente mais dois *jigs*. Para a montagem das blendas um *jig* contém os *push buttons*, do *Pb1* até ao *Pb6* (*SA2*), outro *jig* contém os botões, *AS*, *TP* e *Eject* (*SA3*) e o terceiro contém os *push buttons*, *Radio*, *Media*, *Backward*, *Forward*, *Info* e *Sound* (*SA4*). Para a montagem dos *knobs* um *jig* contém os *Caps* (*SA5*) e o outro contém os *Shucks* (*SA6*).

Em suma isto significa que neste posto o carregamento do *SK25* é mais complexo do que o carregamento do *Vw Low*, já que para produzir uma blenda *Vw Low* necessita-se apenas de um *jig*, enquanto para o *SK25* são necessários cinco *jigs*. Em contra partida, no *Vw Low* um *jig* contém apenas botões suficientes para uma blenda, mas nos *jigs* do *SK25* cada *jig* contém botões para mais do que uma blenda. A tabela 5 representa a quantidade de botões por cada *jig* do *SK25*.

Tabela 5 – Quantidade de botões por *jig*

		Quantidade de botões
Blenda	SA2	8
	SA3	6
	SA4	12
Knob	SA5	58
	SA6	28

Analisando a tabela 5 conclui-se que um *jig* de SA2 é utilizado na montagem de oito blendas, um *jig* de SA3 é usado na montagem de seis blendas, e de forma análoga para os restantes *jigs*.

Na tabela 6 analisa-se as quantidades de carros necessários para uma produção diária de 800 blendas *SK25 Low*.

O nº de carros foi calculado através da fórmula:

Equação 5 - Cálculo do nº de carros necessários para uma produção diária de 800 blendas

$$\frac{\text{Produção diária}}{\text{Quantidade de jigs} \times \text{Quantidade de botões}}$$

Tabela 6 – Necessidade de carros para o *SK25*

	Quantidade de botões	Quantidade de <i>jigs</i> /carro	Nº carros
SA2	8	60	2
SA3	6	60	2
SA4	12	60	1
SA5	58	60	0,23
SA6	28	60	0,48
Total			6

Na tabela 7 analisam-se as necessidades comparadas de quantidades de carros necessários para uma produção diária de 800 blendas *Vw Low* e 800 blendas *SK25Low*.

Tabela 7 - Comparação de necessidade de carros entre *Vw Low* e *SK25*

	Produção	Nº carros
<i>Vw Low</i>	800	14
<i>Skoda</i>	800	6

Observando as tabelas é possível concluir que para uma produção diária de 800 blendas de cada produto, as necessidades de carros para o carregamento dos botões do *SK25* são significativamente inferiores às necessidades do *Vw Low*. Esta conclusão apresenta duas vantagens, a primeira é que o tempo de pintura será consideravelmente inferior para os botões do *SK25* comparativamente ao tempo de pintura dos botões do *Vw Low*, o que permite uma taxa de ocupação menor, o que resulta numa maior disponibilidade para proceder à pintura de outros produtos. A segunda vantagem é que a nível de alocação dos botões em *stock*, ocupará menos espaço, facilitando a sua arrumação pois, quanto maior a quantidade de carros maior também a quantidade de *jigs*, ou seja, maior é a necessidade de espaço para armazenamento. Existe ainda outra vantagem, mas esta será analisada e explicada mais à frente, esta vantagem está relacionada com o *stock* mínimo de botões estabelecido pela produção e a quantidade necessária de *jigs* necessários para armazenamento desse stock mínimo.

A nível de carregamento de botões, o produto *SK25* tem ainda outras vantagens: quando há falta de botões parciais na inspeção de pintura, para repor nos *jigs* incompletos, no caso do *Vw Low* é necessário o carregamento específico só do tipo de botão em falta, isto significa que irá haver uma quebra de produção no posto de carregamento pois o carregamento de carros completos terá de parar em pelo menos um dos postos para que se proceda ao carregamento dos botões parciais. No caso do *SK25* isto já não acontece pois, como cada *jig* deste produto representa um tipo de botão. Quando chegam ao posto de inspeção de pintura podem ser aproveitados e, caso passem na inspeção, podem ser retirados do *jig* e colocados nas caixas dos botões parciais. Outra vantagem está relacionada com a falta de material. No caso do *Vw Low* os botões que são utilizados na montagem da blenda são fornecidos por um fornecedor externo, o que significa que se houver falta de botões terá de se informar o fornecedor e aguardar até ao próximo despacho. Para o *SK25* já não acontece isto, pois todos os botões do produto são injetados na empresa, isto permite que, em caso de falta de botões, haja uma reação mais rápida, evitando-se mesmo a paragem de produção por falta de material. O

descrito previamente é igualmente aplicável para o caso de má qualidade de injeção dos botões e para o caso de haver botões trocados nas remessas que chegam para o carregamento, é mais fácil e rápido resolver uma questão deste tipo no caso de produção interna do que com um fornecedor externo.

A tabela 8 apresenta o estudo da quantidade de carros requeridos para transferência das Blendas *Vw Low* e *SK25*. Conclui-se que não existe diferença quanto à quantidade de carros requeridos, porém relativamente à blenda *SK25*, após o carregamento de uma rede é necessário colocar ainda uma máscara de proteção na zona dos botões SA3, pois esta área não pode ser pintada.

Tabela 8 – Quantidade de carros para as blendas.

	Produção	Nº carros
<i>Vw Low</i>	800	10
<i>Skoda</i>	800	10

### SISTEMAS À PROVA DE ERRO

No processo de carregamento dos botões, os *jigs* contêm a particularidade, de possuírem um sistema que previne que os botões sejam carregados na cavidade errada. Cada cavidade de encaixe dos botões do *jig* tem a forma do desenho do respetivo botão, conforme ilustrado na figura 19. Por exemplo o botão PB-1 encaixa apenas na cavidade respetiva, não sendo possível encaixa-lo, por exemplo, na cavidade do PB-2.



Figura 19 - *Jig* SA3

Este sistema classifica-se, de acordo com Pinto (2009), como um sistema à prova de erro de Fatores humanos, em que a forma das cavidades dos botões do *jig* previnem a ocorrência de erros no carregamento dos botões.

#### 4.1.2. INSPEÇÃO DE PINTURA

No posto de inspeção de pintura são inspecionados visualmente todos os botões e todas as blendas. Não existe grande diferença entre o tipo de inspeção efetuada ao produto *SK25*, e ao *Vw Low*. Como já foi referido este posto inicialmente continha uma zona a azul, onde eram colocados os carros provenientes da pintura, para de seguida serem inspecionados. Com a implementação do *SK25* houve um aumento de *WIP*, com mais carros de botões e de blendas a serem pintados e também a necessidade de separar os dois produtos, para evitar confusões de controlo de *stocks*. Para isso foi necessária a criação de outras duas áreas azuis, aumentando assim consideravelmente o espaço de armazenamento de carros em *WIP* e permitindo separar de forma distinta os dois produtos.

O conteúdo do trabalho associado à inspeção de um carro de botões do *SK25* é consideravelmente maior do que para um carro de botões de *Vw Low*, pois um carro de botões *SK25* contém mais botões do que o carro de *Vw Low*.

Na inspeção das blendas o procedimento de inspeção de uma blenda *SK25* é ligeiramente diferente do procedimento de uma blenda *Vw Low*, pois devido ao formato da blenda *SK25* o operador que está responsável pela inspeção da blenda terá de manusear a blenda para que seja possível observar todos os ângulos para deteção de inconformidades.

#### 4.1.3. PAD PRINT

Este posto está situado entre o posto de inspeção de pintura e a linha de montagem. É constituído por uma máquina de *tampo-print*, cuja funcionalidade é estampar a tinta nas blendas, e.g. estampar as palavras *SkodaAuto*, *Swing* e *MP3*, e também o símbolo *On/Off* em um dos *knobs*.

Esta máquina contém alguns elementos a ter em conta para a sua correta funcionalidade:

**Cliché** - O *cliché* é uma base metálica onde estão cravadas as palavras/símbolo que irão ser estampadas na blenda. Existem três *clichés*, um com as palavras *SkodaAuto*, *Swing*, outro com a palavra *MP3* e outro com o símbolo *On/Off*.

**Tampão** - O tampão é feito de um material muito semelhante a borracha. A função do tampão é a de absorver a tinta que está alocada no *cliché* (conforme ilustrado na figura 20) e de seguida estampa-la na blenda. Existem três tampões diferentes, cada um diretamente relacionado com o tipo de *cliché* que é usado.



Figura 20 – Tampão para impressão na blenda.

**Copo** - Este copo é usado para colocar a tinta, depois de preparada, para seguir para a máquina de *pad-print*. Após a tinta ser colocada no copo, é aplicado posteriormente o *cliché* por cima, com as letras cravadas diretamente em contacto com a tinta. De seguida o copo e o *cliché* são pressionados um com o outro através de uma pinça manuseadora que irá impedir que a tinta escorra. Após colocar a pinça é necessária bloqueá-la com a haste nela existente para evitar que a tinta escorra, depois do sistema copo-*cliché* estar corretamente colocado na máquina. O copo contém nas suas bordas um tipo de lâmina metálica que não deixa a tinta vazar para o *cliché*.

**Base** - Esta base (figura 21 e figura 22) é utilizada para colocar a blenda que irá ser carimbada com qualquer uma das palavras acima descritas. É de notar que apesar de a estampagem das blendas se fazer em dois passos distintos, a base usada para qualquer uma destas estampagens é a mesma, a diferença está no alinhamento da base com a máquina, ou seja, a base tem dois alinhamentos possíveis, variando com o tipo de estampagem a realizar. Para a estampagem dos botões a base utilizada é diferente.



Figura 21- Base de MP3, SkodaAuto e Swing



Figura 22- Base do botão

**Peças padrão** - Para o *setup* desta máquina existe uma blenda (figura 24) e um botão padrão. Peças padrão são peças com o alinhamento requerido para a produção e são utilizadas para ajustar a estampagem do lote de produção e também para verificar o seu alinhamento.



Figura 23- Blenda padrão









Em análise, este é um dos postos mais críticos no sistema de produção da blenda Skoda 25, pois não existiam pessoas com muita experiência na utilização e manutenção deste tipo de máquinas e também por ser uma máquina muito sensível ao nível do *Setup*. Um ponto a ter em conta na criticidade desta máquina é a impossibilidade de estampar nas blendas as três palavras numa só operação. Para a estampagem de uma blenda é necessário primeiro fazer o *Setup* da máquina para as palavras *SkodaAuto* e *Swing* e depois fazer outro *Setup* para a palavra *MP3*, ou vice-versa, isto implica um tempo elevado de *changeovers*. Devido a isto é necessária



uma grande atenção a nível de *stocks* presentes antes do *pad-print*, entre o primeiro e o segundo passo de *pad-print* e após o *pad-print* completo.

A tabela 9 ilustra as bases os tampões e as respetivas tampo grafias da máquina do *Pad-Print*.

Tabela 9 – Componentes da máquina de *pad-print*.

	BASE	Nº	Carimbo	Inscrição
BLENDA		1		
		2		
BOTÃO		3		

#### SISTEMA À PROVA DE ERRO

Na preparação do início de operação da máquina, quando se insere o *cliché* e o copo na máquina de *pad-print* é necessário ativar uma alavanca de modo a prender este conjunto, para evitar que a tinta escoe. Enquanto esta alavanca não for acionada aparecerá sempre uma mensagem no ecrã da máquina a dar a sinalética que o *cliché* não se encontra preso. Devido a este alarme não parar o processo, é possível dar início à produção na máquina sem que o *cliché* esteja preso, este sistema à prova de erro considera-se um sistema de alarme, de acordo com Shingo (1989).

#### 4.1.4. LINHA DE MONTAGEM

Inicialmente, como já foi referido, existia apenas uma linha de montagem destinada à produção do *Vw Low*. Com a entrada de um novo produto, que requeria uma produção em grande escala, foi decidida a instalação de outra linha de montagem. As duas linhas são muito semelhantes

mas a cada uma está associado um produto, ou seja, na linha já existente é montado o *Vw Low* e na nova linha é montado o *SK25*.

Esta decisão, de instalar uma nova linha, foi devida à necessidade de produção em grandes quantidades dos dois produtos, e também para permitir, caso seja necessário, produzir os dois produtos em simultâneo e também para evitar que se andasse constantemente a trocar de materiais consoante o produto em produção. Assim esta nova linha permite que cada uma das duas linhas contenha o material destinado a cada um dos produtos em questão.

A nova linha é também constituída por três postos, tendo a particularidade de poder ser considerada como dois postos mais um. Pode ser considerada desta maneira pois, para a montagem da blenda são apenas necessários dois postos, sendo que o terceiro está atribuído à montagem dos botões. Assim como a linha de montagem do *VwLow*, em todos os posto de montagem da blenda existe uma base que serve de suporte para pousar a blenda e proceder à montagem dos componentes associados a esse posto. Todos os postos possuem também rampas laterais, uma do lado esquerdo do posto onde são colocados os *jigs* de botões, e outra do lado direito para a saída de material consumido. Na linha do *Vw Low* os *jigs* de botões são colocados no primeiro posto, pois o *jig* a ser utilizado segue o processo, deslizando, juntamente com a blenda através dos postos, já que um *jig* do *Vw Low* contém todos os botões requeridos para a montagem de uma blenda. Na linha do *SK25* isso já não se verifica, pois a cada posto de montagem está associado um e apenas um *jig* de botões. De seguida apresentam-se as operações realizadas para a montagem da blenda e dos botões, tendo em conta as componentes apresentadas nas tabelas 3 e 4.

### **1º POSTO**

O primeiro posto é onde as blendas com *pad-print* dão entrada na linha de montagem. Neste posto procede-se à colagem da etiqueta na blenda e à montagem dos botões SA3 (figura 24). Para a montagem dos botões, o operador retira o *jig* da rampa lateral e coloca-o na sua frente numa base existente propositadamente para a colocação do *jig* de montagem. Após montar todos os botões SA3, o operador pega noutra blenda e repete o processo. Caso o *jig* se encontre vazio o operador coloca-o na rampa lateral à sua direita, para ser retirado pelo responsável pelo abastecimento da linha. Depois da montagem de todos os componentes o operador deste posto coloca a blenda do seu lado direito para prosseguir para o segundo posto.



Figura 24- Operação do 1º posto

## **2º POSTO**

Neste posto são montados os seguintes componentes: feltro, cromado, guia de CD, botões SA4 e o guia de luz. Na prateleira situada na frente do operador encontram-se caixas com os respectivos componentes de montagem. Quando o operador recebe a blenda do primeiro posto, coloca-a na base existente para a blenda. Seguidamente coloca o feltro, o cromado e o guia de luz na blenda. Após estas duas operações o operador retira um *jig* SA4 da rampa lateral à sua esquerda e coloca-o na base destinada à alocação do *jig*. De seguida o operador pega num guia de CD e monta os botões SA4 no guia de CD, colocando de seguida na blenda (figura 25). Quando todas as operações de montagem deste posto são realizadas o operador coloca a blenda nos caixotes pretos que se encontram à sua direita para seguir para o próximo processo, a cravação. A situação do *jig* utilizado é idêntico à do primeiro posto, o operador, se ainda tiver botões no *jig* pega noutra blenda e repete o processo, caso o *jig* se encontre vazio o operador coloca-o na rampa lateral à sua direita, para ser retirado pelo responsável pelo abastecimento da linha.

Tabela 10 Componentes por posto da blenda Sk25

Montagem da blenda	
1º Posto	Etiqueta Botões SA3
2º Posto	Guia de luz CD Feltro Guia de CD Botões SA4 Cromado



Figura 25 – Operações do 2º Posto

### 3º POSTO

Este posto é independente dos outros postos da linha de montagem, pois aqui apenas são montados os *knobs*. Este é constituído por duas prensas manuais, que auxiliam a montagem dos botões. Na prateleira situada na frente do operador encontram-se também caixas de plástico, que contêm os componentes necessários à montagem dos *knobs*. Estes componentes são os descritos na tabela 2. Os *caps* utilizados na montagem podem vir de dois postos

diferentes, os *caps* vêm diretamente da máquina do laser se se tratar da montagem dos *knobsMenu*, ou vêm do *pad-print* caso se trata da montagem dos *knobs On/Off*.

O processo de montagem dos *knobs* inicia-se quando o operador pega no *knob Body* e o coloca no *Shuck* e, de seguida, encaixa o *cap* no conjunto *knob Body-Shuck*. Após esta montagem o operador pega no conjunto montado e coloca-o na prensa, fazendo-a atuar de modo a que os componentes fiquem bem agregados. O próximo passo é a montagem do *Spring coil* no conjunto descrito anteriormente. Esta montagem requer também o auxílio de uma segunda prensa cuja funcionalidade é o de encaixar o *Spring coil* no conjunto. Quando estas operações estão todas completas o operador coloca o *knob* montado no *blister* próprio (figura 26 e 27).



Figura 26 – operações do posto de montagem dos *knobs*

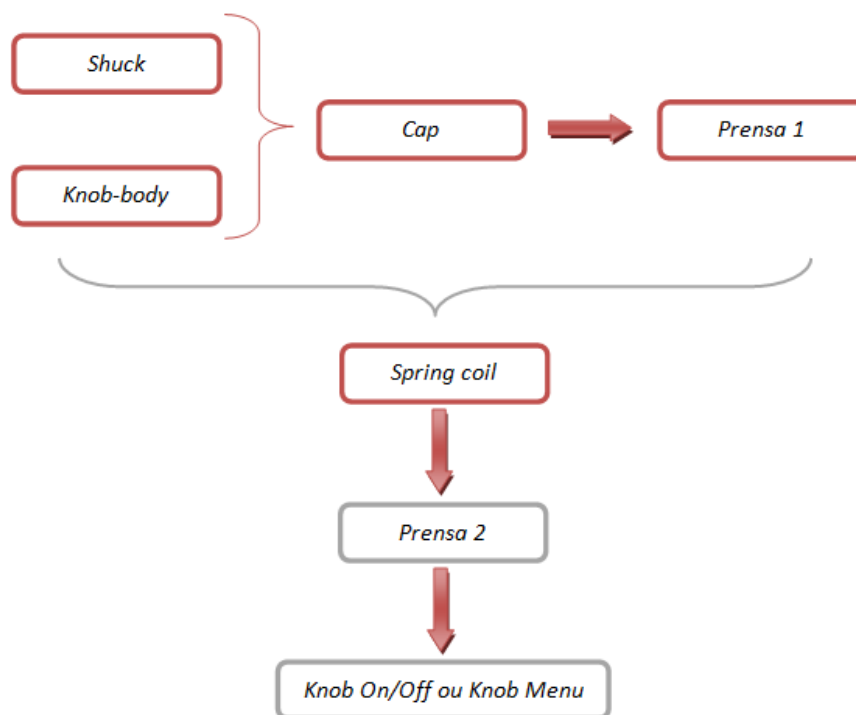


Figura 27 – esquema de montagem do knob

#### 4.1.5. CRAVAÇÃO

O produto *SK25*, como já foi referido, requer duas cravações distintas no seu processo. Isto implica a utilização das duas máquinas presentes na área da montagem final. A necessidade de duas cravações apresenta dois pontos de vista distintos. O primeiro é que a utilização das duas máquinas requer mais conteúdo de trabalho, o operador tem de verificar por duas vezes se os pontos de cravação estão bem cravados, se em qualquer das duas das cravações foi criada alguma marca na blenda e também requer mais tempo de operação, pois apesar da segunda cravação ser mais rápida, a primeira demora sensivelmente o mesmo tempo da cravação da blenda do *Vw Low*. O segundo ponto de vista é que a nível de qualidade e de manutenção a necessidade de duas cravações implica um menor número de punções por base. Isto significa que, em caso de haver um punção que esteja a cravar mal, é mais fácil detetar que punção é responsável pela má cravação e também no procedimento da sua manutenção.

Há ainda outra observação a ser referida na cravação do *SK25*, que é a necessidade de uma sub montagem entre um posto de cravação e o outro. O *Vw Low* requer antes da cravação a montagem de dois guias de luz na zona dos botões rotativos, o mesmo se passa com o *SK25* mas para além da montagem destes guias de luz, o *SK25* requer ainda a montagem da BTM na



blenda, isto realça ainda mais o maior conteúdo de trabalho necessário neste posto de trabalho.

Relativamente ao processo de cravação, descreve-se de seguida em que consistem os dois passos de cravação. No primeiro passo é cravada a blenda com os componentes que provêm da linha de montagem, ou seja, com o cromado e o guia de CD. Apenas estes dois componentes são diretamente cravados na blenda, pois tanto o guia de luz como o feltro são fixados pelo guia de CD. Após o primeiro passo de cravação estar concluído, o operador retira a blenda da base de cravação e, após inspecionar os pontos de cravação procede á montagem dos guias de luz e da BTM. Quando terminada esta montagem a blenda é colocada na caixa preta que está situada no *trolley* à sua direita para seguir para o segundo passo. O segundo passo consiste na cravação da BTM à blenda e no encaixe, através da pressão que a base superior exerce, nos guias de luz na blenda. Depois de a blenda passar pelos dois passos de cravação, é colocada novamente nas caixas pretas para seguir para o laser.

#### **SISTEMA À PROVA DE ERROS**

O posto de cravação a quente é o posto com mais sistemas à prova de erro na área de montagem do edifício de plásticos da Delphi. Como já foi referido o processo de cravação da blenda do *Sk25* é constituído por dois passos. O primeiro sistema à prova de erro garante a coincidência entre a base superior e inferior. Se, por exemplo, a base superior fôr a do produto *Sk25* e a inferior for a do *Vw Low*, ao iniciar o aquecimento da máquina, ela não aquece, sendo impossível continuar o processo. O segundo sistema à prova de erro tem como base a existência de sensores em ambos os passos de cravação. Cada base inferior do produto contém um determinado número de sensores que detetam se a blenda vem montada com todos os componentes requeridos. No primeiro passo são detetados a presença do cromado, do feltro, dos botões do guia de cd e dos botões Pb1-Pb6. O segundo passo contém sensores que detetam a presença dos guias de luz dos *knobs* e a presença da BTM.

Em qualquer um dos passos, se os sensores não detetarem a presença de algum dos componentes o processo para e a base superior não baixa.

De acordo com a classificação, de Shingeo (1989), relativamente aos sistemas à prova de erro, estes classificam-se no âmbito dos sistemas de controlo, pois ao serem ativados, não permitem que o processo continue.

#### 4.1.6. LASER

A máquina laser tem o objetivo de remover porções de tinta dos botões, dando a inscrição desejada no botão. O produto *SK25* requer a utilização das duas máquinas laser que a empresa possui. Uma máquina é reservada para realizar o laser da blenda, enquanto a outra é utilizada para fazer o laser dos *caps*.

Quando a blenda chega ao laser, o operador pega na blenda cravada e coloca-a na base amovível da máquina. Após a blenda estar corretamente colocada na base o operador terá de acionar o laser da máquina. Cada máquina permite correr o programa de laser de diversas maneiras sendo as mais comuns em posto de trabalho e em *quick flow*. O programa mais correto de utilizar será o *quick flow*, tendo o operador de ler a etiqueta da blenda no *scanner* existente na máquina laser. Quando o *scanner* lê a blenda, é transmitido ao sistema da máquina qual o produto que vai dar entrada, automaticamente o sistema vai buscar o programa associado a esse produto, aparecendo no ecrã a permissão para o utilizador acionar o botão de início do laser. Quando o botão é acionado, a base amovível roda e coloca a blenda no interior da máquina laser. Seguidamente o operador pode logo ler outra blenda e colocá-la na base amovível. O final do laser da blenda que se encontra no interior da máquina é dado novamente pelo aparecimento da mensagem no ecrã de que o operador já pode pressionar novamente o botão. Após o laser da blenda estar completo, o operador coloca a blenda na caixa preta ao seu lado para seguir para o posto de inspeção final.

O procedimento do laser dos *caps* é diferente do laser das blendas. Assim como a blenda, os *caps* também possuem duas bases idênticas para esta operação, suportando cada base vinte e cinco *caps*. Estes *caps* podem ser fornecidos de dois postos diferentes ou do minimercado. Os postos de onde provêm os *caps* podem ser do *pad-print*, caso se tratem do laser dos *caps* de *On/Off* ou do posto de inspeção de pintura, para o laser dos *caps* de *Menu*. A função do operador no laser dos *caps* é o de os colocar nos vinte e oito espaços disponíveis e de verificar se os *caps* estão bem colocados. Depois do laser estar pronto o operador tem de retirar os *caps* todos e verificar, com auxílio da lâmpada presente na máquina, a qualidade do laser e também se existe alguma mancha ou vestígios de tinta que não tenham sido removidos pelo laser. O operador depois de verificar a qualidade do laser coloca os *caps* bons em *blisters* próprios e os maus no mesmo tipo de *blister* mas com a identificação a amarelo. De seguida os *caps* que



foram dados como bons seguem diretamente para a linha de montagem para dar início à montagem dos *knobs*.

#### 4.1.6. INSPEÇÃO FINAL

O posto de inspeção final é o último posto de triagem para a detecção de blendas não conformes, antes de estas serem embaladas para serem enviadas para o cliente. Neste posto é realizada uma inspeção a 100% a todas as blendas procurando detetar os defeitos que não foram identificados aquando da produção das blendas. Com o objetivo de permitir uma inspeção rigorosa e correta os postos de trabalho da inspeção de pintura contêm todos um dispositivo para cada produto. Para o caso do SK25 este dispositivo é composto por uma base onde se coloca a blenda simulando, o mais real possível, a montagem na blenda no PCB que é feita no edifício 1. Este dispositivo contém ainda uma cobertura que, quando fechada, emite uma luz, permitindo ao operador detetar qualquer tipo de anomalia que possa existir no laser da blenda. A inspeção feita consiste nos seguintes passos:

- ✓ Verificar a atuação dos botões;
- ✓ Verificar todos os pontos de iluminação;
- ✓ Verificar riscos, manchas, brilhos e inclusões na blenda e nos botões;
- ✓ Verificar danificações nos cantos da blenda e dos botões;
- ✓ Verificar se os guias de luz estão bem colocados;
- ✓ Verificar a presença de todos os componentes da blenda;
- ✓ Verificar se os pontos de cravação estão bem cravados.

Uma das grandes dificuldades deste posto está relacionada com os critérios de inspeção, relativamente à inspeção da pintura e à final. O que pode suceder é, por exemplo, o critério de inclusões na inspeção de pintura é um critério mais largo, pois tendo apenas a blenda sem nenhum componente montado, um tipo de inclusões não é notado com muita facilidade. Quando a blenda chega ao posto de inspeção final, montada com todos os componentes, esta inclusão que foi decidida passar na inspeção de pintura, pode se tornar bastante visível, não apresentado portanto a conformidade exigida para ser enviada para o cliente. Este é um fator que justifica a constante monitorização e ajustamento de critérios. Ao ser necessário um constante ajustamento de critérios, torna este posto o mais sensível e merecedor de especial atenção por parte das chefias, pois trata-se de um posto muito critico.

#### 4.1.7. EMBALAGEM

O processo de embalagem do produto *Sk25* é semelhante ao do *Vw Low*. O operador pega numa blenda, lê a etiqueta com um dispositivo *scanner* e o sistema identifica automaticamente a blenda. Ao atingir as 40 blendas o sistema imprime uma etiqueta de caixa completa, com a designação do produto, a quantidade embalada, a data e a hora em que foram embaladas. Após isto o colaborador pega na etiqueta e coloca-a na respetiva caixa, enviando-a pela rampa para depois ser recolhida pela pessoa responsável.

#### **Sistemas à prova de erro**

No posto anterior à embalagem, inspeção final, a blenda antes de ser introduzida no sistema como boa ou má, é lida para ficar registada no sistema, só depois é que continua o processo normal. Quando chega à embalagem é lida novamente para dar entrada no sistema como peça já embalada. Quando é lida uma blenda no posto de embalagem, que não tenha sido lida no posto de inspeção de pintura, uma mensagem aparece no ecrã do computador indicando que esta blenda não foi lida no posto anterior. Este sistema impede assim que uma blenda que não tenha sido inspecionada no posto de inspeção final, avance para a embalagem para ser enviada para o cliente. Este sistema é denominado como *Prior Step Verification* e é incluído como um sistema à prova de erro de controlo, pois não deixa que o produto com erro avance no processo.

#### 4.2 TRABALHO NORMALIZADO

O trabalho normalizado no departamento de plásticos da *Delphi* é suportado através da criação e uso de vários documentos:

1. Instruções de trabalho para todos os postos;
2. Registos de alarmes quando surge um problema na linha (*Alarm Triggers*);
3. Abertura de um documento quando surge um problema grave na linha (*Delphi Problem Solving*);
4. Reação a defeitos quando detetado na montagem final.

## 1. INSTRUÇÕES DE TRABALHO

Todos os postos da área de montagem possuem instruções de trabalho associadas à realização das operações. Estas instruções permitem que os colaboradores executem as operações sempre na mesma sequência e no tempo estabelecido. As informações contidas neste documento são:

### ***Sequência de operações a realizar no posto com apoio visual de imagens;***

Cada instrução tem definido todas as operações que o colaborador deve realizar quando se encontra naquele posto, com o auxílio de imagens presentes na instrução das operações mais cruciais para o posto. Por exemplo, no posto de inspeção final, os colaboradores sabem que devem seguir as seguintes operações:

1. Pegar na blenda;
2. Verificar pontos de cravação e montagem dos componentes (conforme ilustrado na figura 28);

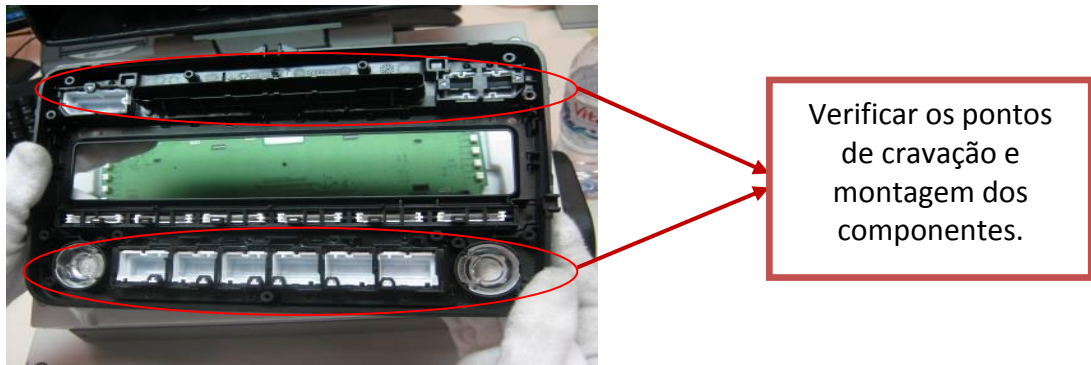


Figura 28- verificação de pontos de cravação

3. Colocar a blenda no dispositivo;
4. Verificar a funcionalidade das teclas (conforme ilustrado na figura 29);



Verificar a funcionalidade das teclas.

Figura 29 - Verificação da funcionalidade das teclas

5. Baixar a cobertura do dispositivo para verificar o laser (conforme ilustrado na figura 30);

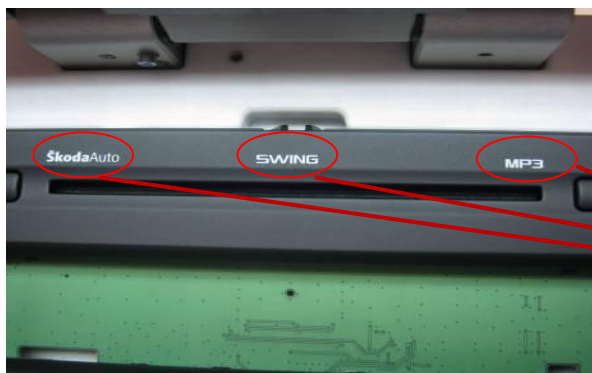


Verificar qualidade do laser.

Figura 30 - Verificação da quantidade de laser

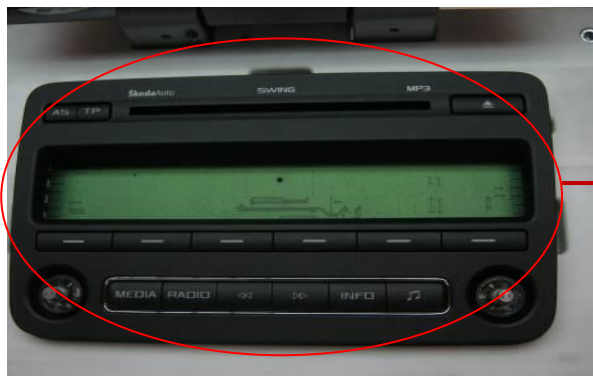
6. Abrir a cobertura;

7. Verificar a qualidade da pintura e *pad print* (conforme ilustrado nas figuras 31 e 32);



Verificar qualidade *Pad Print*.

Figura 31 - Verificação da qualidade do pad print

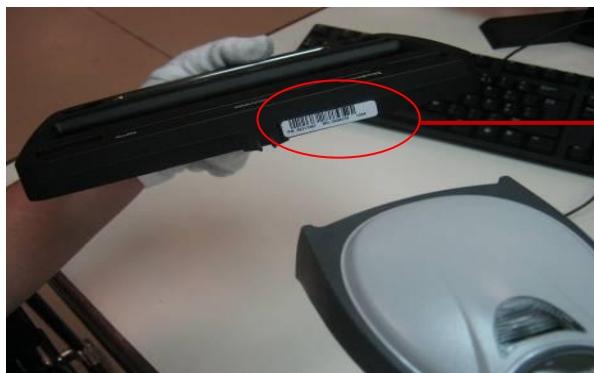


Verificar  
qualidade pintura.

Figura 32 - Verificação da qualidade da pintura

8. Retirar a blenda do dispositivo;

9. Ler código (conforme ilustrado na figura 33);



Ler código.

Figura 33 - Leitura do código.

10. Decidir entre “bom” e “mau” (conforme ilustrado na figura 34);

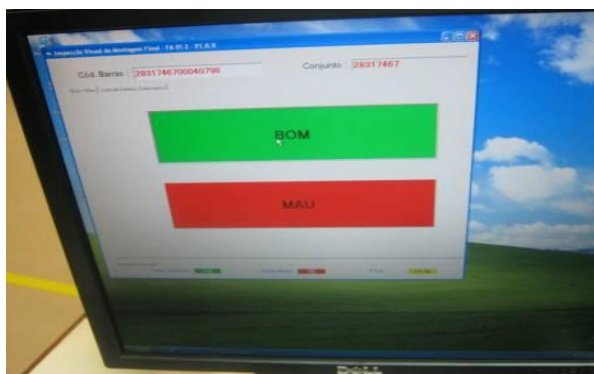


Figura 34 - Decisão entre "bom" e "mau"

11. Colocar blenda no recipiente apropriado.

***Tempo de ciclo total e parcial pré definido para a execução das operações;***

Nas instruções de trabalho estão ainda definidos os tempos de ciclo que cada sequência deve demorar e também o tempo de ciclo final da operação no posto em questão. Estes tempos são definidos através do tipo e número de movimentos que o colaborador tem de fazer no desempenho da atividade, sendo que um movimento corresponde a 0,6 segundos. Tendo em conta ainda o exemplo da inspeção final, estão definidos os tempos que constam da tabela 11:

**Tabela 11 – Tempo predefinido para cada operação.**

<b>Sequência</b>	<b>Movimentos</b>	<b>Tempo (seg)</b>
Pegar na blenda	2	1,2
Verificar pontos de cravação e montagem dos componentes	4	2,4
Colocar a blenda no dispositivo	2	1,2
Verificar funcionalidade das teclas	20	12
Baixar cobertura do dispositivo para verificar o laser	12	7,2
Abrir cobertura	1	0,6
Verificar a qualidade da pintura e pad-print	12	7,2
Retirar blenda do dispositivo	1	0,6
Ler código	4	2,4
Decidir entre bom e mau	1	0,6
Colocar blenda no recipiente próprio	4	2,4
Total		37,8

***Pontos de autocontrolo;***

Cada instrução contém uma imagem de autocontrolo que exemplifica em que estado a blenda se deve encontrar quando passa para o posto seguinte. Isto serve para que o colaborador saiba como é que a blenda deve sair do seu posto, verificando, por exemplo, que todos os botões SA3 foram montados (figura 35).

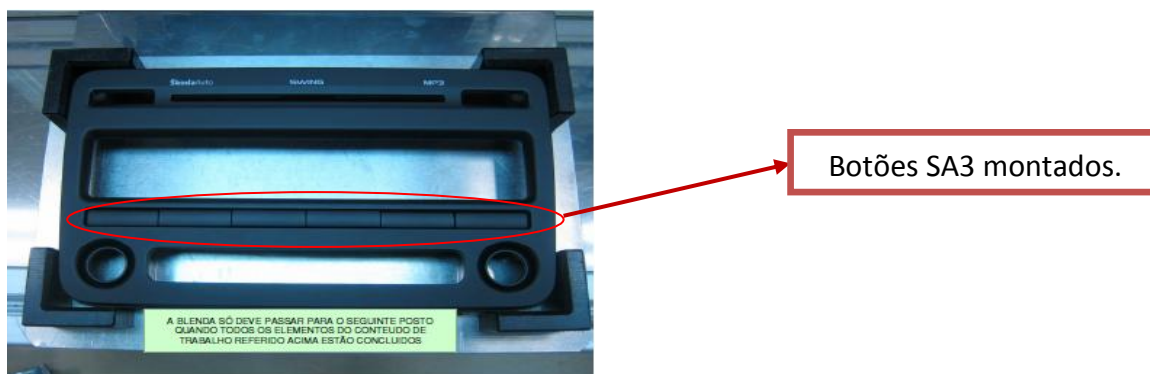


Figura 35 - Estado da blenda do 1º para o 2º posto

Bem como adequadamente montados os botões SA4, feltro e cromado (figura 36), ou seja, se todo o conteúdo de trabalho foi completo.

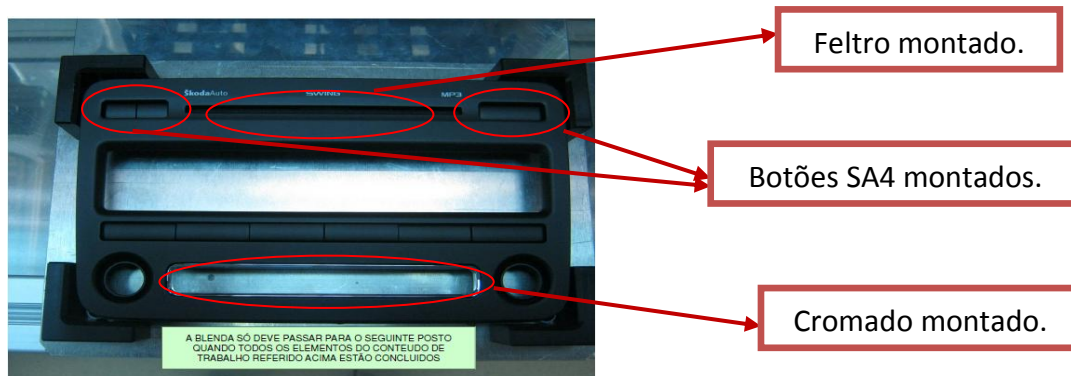


Figura 36 - Estado da blenda após ser libertada do 2º posto

O operador em todas as operações tem de verificar a conformidade do conteúdo de trabalho com o que está definido nas instruções de trabalho.

### ***Informações adicionais.***

As instruções de trabalho utilizadas pela *Delphi* possuem ainda outras informações a ter em conta tais como, a periodicidade de troca de luvas para os postos, a periodicidade de troca de panos de limpeza para o carregamento e possuem ainda a data de emissão das instruções. No cabeçalho de cada instrução é necessário o preenchimento do produto para qual estas são destinadas e o posto de trabalho alvo.

## **2. REGISTOS DE ALARMES QUANDO SURGE UM PROBLEMA NA LINHA (*ALARM TRIGGERS*)**

Quando ocorre um determinado problema na área de montagem, essencialmente peças defeituosas, quer o defeito seja provocado pelo processo interno, quer por vir com defeito do fornecedor, o procedimento correto consiste na abertura de um *alarm trigger*. O *alarm trigger* é utilizado para o registo desse problema, para torna-lo do conhecimento de todos, para que os esforços se concentrem na resolução desse problema. No *alarm trigger* é identificado o setor onde o problema foi detetado, a área desse setor, o chefe dessa área, o colaborador que detetou o problema, a data em que foi detetado, o responsável da qualidade presente e ainda o tipo de defeito encontrado.

## **3. ABERTURA DE DOCUMENTO DE RESOLUÇÃO DE UM PROBLEMA NA LINHA (*DPS*)**

O *DPS* (*Delphi Problem Solving*) é um documento que serve de apoio na resolução dos problemas abertos nos *alarm triggers*. Neste documento é referida a pessoa que o realizou, os representantes da equipa que se concentrou na resolução do problema e a descrição do problema. São também inseridos os dados relativos à qualidade, percentagem de defeitos e percentagem de refugo resultante deste problema. Após esta identificação listam-se as possíveis causas do aparecimento deste problema como foram detetadas, de seguida são identificadas as soluções possíveis para a resolução do problema. Como apoio, são também inseridas imagens do problema que está a ser tratado.

## **4. REAÇÃO A DEFEITOS QUANDO DETETADOS NA MONTAGEM FINAL**

Nos postos de trabalho é possível encontrar uma instrução com um esquema de identificação que indica ao colaborador quando, em caso de defeitos consecutivos, deve parar a produção e como proceder para retomar a sua atividade. A reação a defeitos na linha é descrita na figura 37.



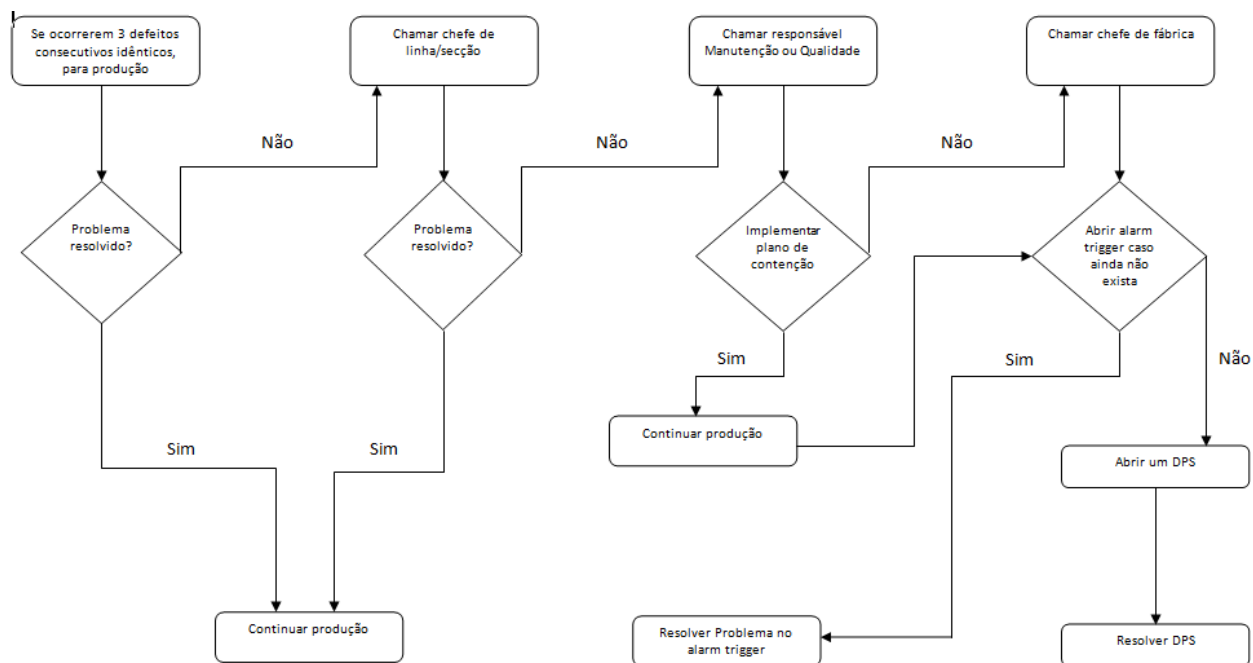


Figura 37 – reação a defeitos detetados na linha

### 4.3 ABASTECIMENTO DO SISTEMA PRODUTIVO

Com a entrada de um novo produto para a linha de produção do departamento de plásticos da *Delphi*, houve a necessidade de reorganizar a área do supermercado com o objetivo de melhorar o abastecimento à linha de produção, facilitar a gestão visual dos *stocks*, melhorar os fluxos dos processos e contribuir para a melhoria de relações entre departamentos.

Dito isto foi organizado um evento *Kaizen* para alcançar todos estes objetivos. Este evento foi constituído por três equipas e teve a duração de uma semana. O primeiro passo foi a definição de um *stock* mínimo e máximo de blendas provenientes da área de injeção. O *stock* mínimo foi definido para três dias e no máximo cinco, tanto para o *SK25* como para o *Vw Low*. Procedeu-se então ao cálculo da área que cada produto iria necessitar para o seu armazenamento. Os dados que foi necessário ter em conta foram:

- ✓ Quantidade de blendas necessárias para os cinco dias de *stock*;
- ✓ Número de caixas azuis necessárias para o armazenamento;
- ✓ Número de paletes necessárias para o armazenamento das caixas azuis;
- ✓ Área necessária para colocar as paletes;
- ✓ Disposição destas áreas tendo em conta o abastecimento.

Para calcular o número de blendas necessárias para os cinco dias de produção, considerou-se um volume de produção diária de 800 blendas de cada um dos produtos.

O cálculo usado foi o seguinte:

Equação 6 - Cálculo do número de blendas necessárias para 5 dias de produção

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ blendas} &= \text{volume de produção} \times \text{dias stock máximo} \\ &= 1600 \times 5 = 8000 \text{ blendas} \end{aligned}$$

O próximo passo foi a determinação do número de caixas azuis que iriam ser necessárias. Cada caixa leva 52 blendas, o número necessário de caixas é então de:

Equação 7 - Cálculo do número de caixas azuis necessárias.

$$N^{\circ} \text{ de caixas} = \frac{n^{\circ} \text{ blendas stock}}{n^{\circ} \text{ blendas/caixa}} = \frac{8000}{52} \approx 154 \text{ caixas}$$

Calculado o número de caixas azuis necessárias procedeu-se de seguida ao cálculo necessário de paletes. É de notar que cada paleta leva 16 caixas azuis. Tem-se então que:

Equação 8 - Cálculo do número paletes

$$N^{\circ} \text{ de paletes} = \frac{n^{\circ} \text{ de caixas azuis}}{\text{quantidade de caixas azuis/paleta}} = \frac{154}{16} \approx 10 \text{ paletes}$$

Por fim é necessário calcular a área que as 10 paletes iriam ocupar. As medidas de cada paleta são 1,20 m X 1 m.

Tem-se então que a área de uma paleta é:  $\text{Área} = l \times c = 1,20 \times 1 = 1,2 \text{ m}^2$

Então a área ocupada pelas 10 paletes é:

Equação 9 - Cálculo da área ocupada por 10 paletes.

$$\text{Área total} = \text{Área 1 paleta} \times \text{quantidade de paletes} = 1,2 \times 10 = 12 \text{ m}^2$$

Por fim foi delimitado no chão do supermercado as áreas necessárias para o armazenamento das blendas dos dois produtos (figura 38).



Figura 38- Área de armazenamento das blendas no supermercado após o evento

Após o evento *Kaizen* foi determinado que as caixas vazias seriam alocadas consoante a zona onde fossem consumidas, por exemplo as caixas vazias do carregamento são colocadas na zona de caixas vazias situadas ao lado do posto (figura 39).



Figura 39- Área de caixas vazias do carregamento

As restantes caixas vazias (azuis e cinzentas) foram colocadas numa zona afastada da linha de montagem, corretamente identificada, a fim de não provocar confusões com as caixas cheias (figura 40).



Figura 40- Identificação de caixas vazias

O próximo passo deste evento *Kaizen* foi a arrumação da restante área do supermercado e de alguns postos. Inicialmente as caixas vazias consumidas nos postos da área de montagem eram colocadas no meio do supermercado, ocupando espaço desnecessário que poderia ser utilizado para uma melhor arrumação (figura 41).



Figura 41-Supermercado antes do evento

Com este evento procedeu-se também à definição do *stock*ótimo para os botões do *SK25* e do *Vw Low*, pois com a entrada do *SK25* as áreas de armazenamento de *jigs* vazios e completos estava completamente desorganizada, demorando-se imenso tempo para tentar descobrir um local para alocar os *jigs*. O *stock* definido foi de dois dias, tanto para o *SK25* como para o *Vw Low*. A produção definida diária foi de 800 blendas para cada produto. A sequência de pensamento foi a seguinte:

- ✓ Definir o *stock*;
- ✓ Determinar o tamanho de cada torre de *jigs* na prateleira;
- ✓ Determinar a quantidade de torres para o cumprir a quantidade de *stock*;

A tabela 12 apresenta os resultados obtidos. Para a conclusão dos cálculos foi definido que cada torre seria composta por 15 *jigs*, pois é a quantidade máxima que pode ser inserida nas prateleiras.

Tabela 12- Cálculo das necessidades de stocks

	Quantidade botões	Stock	Necessidade <i>jigs</i>	Torres (aprox.)
SA2	8	1600	200	14
SA3	6	1600	267	18
SA4	12	1600	133	9
SA5	28	1600	57	4
SA6	58	1600	28	2

O número de torres calculado foi aproximado com excesso e os cálculos para a determinação deste número é o seguinte:

Equação 10 - Cálculo do número de torres.

$$\frac{\text{Necessidade de jigs}}{\text{altura máxima da torre}}$$

É de notar que a altura máxima da torre será de 15 *jigs*.

É importante realçar que para o caso dos botões SA5 e SA6 o caso é ligeiramente diferente, pois o número de torres apresentado considera apenas que uma blenda SK25 consome um botão de cada tipo, mas como já foi referido cada blenda consome dois botões. Sendo assim o número de torres em *stock* terá de ser o dobro. Então para o *stock* definido o número de torres para o SA5 é de 8 torres e para o SA6 é de 4 torres.

Em conclusão este evento *Kaizen* veio trazer grandes benefícios para a área de montagem final, tais como melhor arrumação das materiais em *stock*, melhor organização da área de produção, maior facilidade de identificação da quantidade de *stocks* e distinção dos diferentes produtos.

#### 4.4 ANÁLISE DE CAPACIDADE DO SISTEMA PRODUTIVO

Para o cálculo de capacidades do sistema produtivo é necessário identificar e quantificar três grandezas essenciais:

- ✓ Volume de produção;
- ✓ Tempo disponível do sistema;
- ✓ Conteúdo de tempo

O volume de produção será considerado como 800 blendas de cada produto (*Skoda25* e *Vw Low*) por dia. O tempo disponível é o de um turno, ou seja 27360 segundos, sendo que o conteúdo de tempo é o determinado para cada posto de trabalho, como indicado na tabela 13.

#### 4.4.1. CARREGAMENTO

É de notar que os tempos retirados foram na preparação de uma rede, de modo a tornar os resultados mais realistas mas, para o cálculo da capacidade relativamente ao volume de produção, o que interessa é o conteúdo de tempo por unidade, ou seja, a blenda do *SK25* foram usados os dados relativos à quantidade de botões por *jig* que constam da tabela 5 (ver secção 3.2). Como já foi referido cada rede de blendas leva oito unidades e cada rede de botões contém seis *jigs*. No caso do *Vw Low* é mais simples, pois um *jig* representa uma blenda, cada rede leva seis *jigs*, logo cada rede contém botões suficientes para seis blendas.

#### CONTEÚDO DE TEMPO

Tabela 13 – Conteúdo de tempo do posto de carregamento

			Carregamento	
			1 rede	1 blenda
<i>Vw Low</i>	Blendas	BA1	106,4	13,3
	Botões	BA2	259,8	43,3
<i>SK25Low</i>	Blendas	SA1	122,4	15,3
	Botões	SA2	655,2	18,2
	Botões	SA3	872	18,2
	Botões	SA4	656	9,1
	Botões	SA5	411	4,9
	Botões	SA6	890	5,1
	Knob On/Off	n.a	n.a	n.a
	Knob Menu	n.a	n.a	n.a

*Cont de tempo de uma rede*

---

*nº blendas/rede*

↓

106,48=13,3

Nestes cálculos, um caso em especial, é o cálculo para uma blenda dos botões SA5 e SA6, pois cada blenda consome dois botões de cada tipo.

Equação 11 - Cálculo de Conteúdo de Tempo.

$$SA5(Shuck) = \frac{\text{conteúdo de tempo de uma rede}}{\frac{n^{\circ} \text{ de jigs}}{\text{metade da quantidade do tipo de botões}}} = \frac{411}{\frac{6}{14}} = 4,9$$

14

28

2

Dado retirado da tabela 3.

Para o cálculo dos botões SA6 é idêntico, mas em vez de se considerarem 28 botões são 58.

Após obtermos todos os dados necessários para dar início ao cálculo de capacidades (volume de produção, conteúdo de tempo e disponibilidade) procede-se ao cálculo do *takt time*.

#### **TAKT TIME:**

Equação 12 - Cálculo do *takt time*.

$$Takt\ time = \frac{tempo\ disponível}{procura}$$

Tempo disponível = 27360

Procura = 800

$$Takt\ time = \frac{27360}{800} = 34,02 segundos$$

#### **NECESSIDADE DE COLABORADORES**

Determina-se agora a necessidade de colaboradores tendo em conta os dados calculados em cima. O número de colaboradores é determinado pela divisão do conteúdo de tempo de cada atividade pelo *takt time*.

Equação 13 - Cálculo da necessidade de colaboradores.

$$Necessidade\ de\ colaboradores = \frac{conteúdo\ de\ tempo}{takt\ time}$$

A tabela 14 representa o número de colaboradores necessários para o posto de carregamento, tendo em conta os dados calculados em cima.



Tabela 14 – Necessidades de colaboradores para o carregamento.

		Descrição			Carregamento	
Produto	Volume	Tipo	Nomenclatura	Conteúdo Tempo de 1 rede	Conteúdo Trabalho de 1 Blenda	Necessidade de Colaboradores
Vw Low	800	Blendas	VA1	106,4	13,3	0,3
		Botões	VA2	259,8	43,3	1,1
SK 25 Low	800	Blendas	SA1	122,4	15,3	0,4
		Botões	SA2	655,2	18,2	0,5
		Botões	SA3	872	18,2	0,5
		Botões	SA4	656	9,1	0,2
		Botões	SA5	411	4,9	0,1
		Botões	SA6	890	5,1	0,1
		Knob On/Off	n.a.	n.a.	n.a.	0
		Knob Menu	n.a.	n.a.	n.a.	0
						3,7

Analisando esta tabela conclui-se que para a produção de 800 blendas de cada um dos produtos, num turno, é necessário alocar 4 pessoas no posto de carregamento, passando assim a funcionar na sua capacidade máxima, pois só possui quatro postos de trabalho.

As tabelas de conteúdos de tempo e de cálculo de necessidades de colaboradores dos restantes postos podem ser consultados no Anexo 3.

Procede-se agora ao cálculo da capacidade máxima do sistema tendo em conta os resultados obtidos na medição do conteúdo de tempo (tempo de ciclo), da informação sobre o volume de produção e a disponibilidade do sistema. A tabela 15 apresenta os tempos de ciclo associados a cada posto para os dois produtos em questão.

É de notar que o cálculo de capacidade a ser efetuado baseia-se na capacidade do posto mais lento (*bottleneck*).

Tabela 15 – Tempos de ciclo de cada posto

Descrição		Carregamento	Inspeção Pintura	Pad-print	Montagem Final	Cravação	Laser	Inspeção Final	Embalagem
Produto	Volume	Conteúdo de Trabalho para 1 Blenda							
Vw Low	800	13,3	11,3	n.a.	90	27	20	45	10
		43,3	22	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SK 25 Low	800	15,3	12,6	24	55	31,5	20	37	n.a.
		18,2	12,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	10
		18,2	12,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		9,1	6,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		4,9	3,1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		5,1	3	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		n.a.	n.a.	15	20	n.a.	3,1	n.a.	n.a.
		n.a.	n.a.	n.a.	20	n.a.	3,1	n.a.	n.a.

Antes de se proceder ao cálculo de capacidade é necessário determinar qual o *bottleneck* do sistema. Estes cálculos referem-se à produção de apenas um produto.

### **Vw Low**

À primeira vista o posto que apresenta o maior tempo de ciclo é o posto de montagem final, que possui um tempo de ciclo de 90 segundos. A linha de montagem final contém três postos logo os 90 segundos são distribuídos pelos três postos. Logo cada posto demorará 30 segundos a realizar o respetivo conteúdo de trabalho.

A inspeção final possui um tempo de ciclo de 45 segundos. Assim como acontece na linha de montagem este posto contém duas bancadas preparadas para a inspeção. Apesar de o tempo de inspeção de uma blenda ser sempre de 45 segundos, ao funcionar com duas bancadas significa que em 45 segundos saem duas blendas, ou seja, é possível assumir que o tempo de *output* de uma blenda neste posto é de 22,5 segundos.

Portanto o estrangulamento do sistema, está localizado na montagem final com tempo de ciclo de 30 segundos.

Para o cálculo da capacidade do sistema têm-se então a seguinte equação:

Equação 14 - Cálculo da capacidade do Vw Low.

$$Capacidade = \frac{\text{tempo disponível no sistema}}{\text{posto mais lento}} = \frac{27360}{30} = 912 \text{ blendas}$$

### Skoda 25 Low

Para o produto SK25 ao analisar a tabela observa-se que o posto com maior tempo de ciclo é o posto de montagem final com 55 segundos. A linha de montagem da blenda, do SK25 é constituída por dois postos, logo o conteúdo de trabalho da linha é dividido pelos dois postos, ficando assim cada posto com um tempo de ciclo de 27,5 segundos.

O próximo posto com maior tempo de ciclo é a inspeção final. Neste posto, para o SK25, acontece exatamente a mesma situação que no Vw, passando então o tempo de ciclo deste posto para 18,5 segundos.

Neste produto há ainda outro posto que aparece como provável estrangulamento, este posto é a cravação com um tempo de ciclo de 31,5 segundos. Como já foi referido o SK25 necessita de dois passos de cravação, o que significa que estes 31,5 segundos é o tempo de ciclo das duas cravações em conjunto e dividem-se em 19,5 segundos para a primeira cravação e 12 segundos para a segunda.

Conclui-se então que para o SK25 a linha de montagem é também o *bottleneck* do sistema.

Para o cálculo da capacidade do sistema têm-se então a seguinte equação:

Equação 15 - Cálculo da capacidade do SK25

$$Capacidade = \frac{\text{tempo disponível no sistema}}{\text{posto mais lento}} = \frac{27360}{27,5} = 995 \text{ blendas}$$

## 4.5 ANÁLISE/RESULTADOS

Neste capítulo final procede-se a algumas considerações importantes relativamente à implementação do SK25.

## Principais barreiras

Como já foi referido a linha SK25 foi planeada com base na linha de produção do Vw Low. À medida que se ia realizando o projeto surgiam barreiras relacionadas com esta implementação. As principais barreiras encontradas foram:

- ✓ **Falta de *jigs* para os botões do SK25.**

Não existiam na empresa tipos de *jigs* requeridos para o carregamento, pintura e montagem dos botões da blenda SK25. A solução adotada pela empresa consistiu na transferência dos *jigs* utilizados pelo fornecedor anterior da blenda SK25, evitando assim incorrer em custos no fabrico de novos *jigs*.

- ✓ **Falta de áreas para a alocação de *WIP*.**

Para além das áreas delimitadas que existiam no chão da fábrica, na área dos plásticos, enquanto se produziam apenas três produtos (Vw Low, TataNavi e TataRadio), com a introdução do novo produto, SK25, foi necessário aumentar essas áreas com o propósito de permitir a alocação de todo o *WIP* necessário, bem como para a separação correta dos diferentes produtos a serem processados.

- ✓ **Definir o local correto para a introdução da máquina do *pad-print*.**

Com a necessidade da aquisição de uma nova máquina para a produção foi também necessário determinar qual o local mais correto para alocar esta mesma máquina. Inicialmente a máquina encontrava-se dentro da área da pintura durante a fase de testes e de experimentação do produto SK25. Quando a produção desta blenda arrancou em definitivo, foi necessário transferi-la para a área de montagem, pois na pintura não era viável a permanência desta máquina. O local então definido foi depois da inspeção de pintura e antes da linha de montagem.

- ✓ **Falta de uma nova linha de montagem.**

Para a produção dos três produtos inicialmente produzidos na empresa apenas era necessário possuir uma linha de montagem pois, tirando o Vw Low, os outros dois produtos eram considerados como *Low runners*. Com a entrada em produção do SK25, exigindo a produção em grandes quantidades, houve a necessidade da instalação de uma nova linha de montagem.

✓ **Necessidade da divisão em dois turnos.**

Inicialmente o horário de trabalho da fábrica dos plásticos na área de montagem da *Delphi* era das 7:30 às 16:30, pois era o suficiente para a produção existente até então. Iniciada a produção em definitivo do *SK25* foi determinado que para cumprir diariamente as produções pedidas de *SK25* e *Vw Low*, visto que o início do arranque da linha do *SK25* coincidiu com um pico de produção do *Vw* (1400 blendas/dia), havia a necessidade da divisão em dois turnos da área de montagem. Foi definido que o primeiro turno iria ficar responsável pela produção do *SK25*, enquanto que o segundo turno ficaria com o *Vw Low*.

**Utilização da máquina de *pad-print***

A nível de produção nesta máquina ficou definido que o primeiro turno focaria na estampagem das inscrições na blenda, ou seja, *SkodaAuto*, *Swing* e *MP3*, enquanto o segundo turno continuaria o passo para o qual a máquina estaria preparada e, após a finalização do *pad-print* das blendas existentes realizaria o *change over* para então dar início à estampagem dos botões *On/Off*. Este é o método que se procura cumprir diariamente, porém existem problemas ou alterações que podem acontecer e que podem levar a que este método seja alterado. Caso isto aconteça, cabe aos chefes de linha comunicarem entre si e encontrarem um outro método que permite alcançar os mesmos resultados. Um exemplo disto é por exemplo o primeiro turno realizar apenas um passo do *pad-print*, fazer o *changeover* para o *knob On/Off*. O segundo turno ao entrar em funcionamento, continuaria o *pad-print* do *knob* e ao atingir a quantidade necessária, realizar o *change over* para o passo em falta nas blendas.

Considerando a produção de 800 blendas *SK25* por dia, implicando a necessidade também de 800 *knobs On/Off*, têm-se:

Tabela 16 – Distribuição de pad print por turnos.

	1º Pad Print	2º Pad Print	On/Off
1º turno	800	400	0
2º turno	0	400	800

## Gestão Visual

Com o evento *Kaizen* realizado na empresa foi possível, como já referido, obter um maior nível de arrumação na área de montagem. Um benefício disto foi a implementação de alguns sistemas de suporte ao controlo visual. Por exemplo ao definir o *stock* mínimo e máximo de caixas e estas estarem bem visíveis e bem delimitadas, é possível para as chefias de ambas as áreas interessadas (Injeção e Montagem Final), determinarem e saberem como se encontram em termos de necessidades, pois basta olhar para as paletes existentes nesta área e com um cálculo rápido conseguem determinar se possuem blendas suficientes para a produção ou se é necessário injetar mais.

A alteração feita a nível do armazenamento dos botões também facilitou em muito a gestão visual dos produtos. Na prateleira onde os botões se encontram armazenados, cada tipo de botão possui um marcador associado.

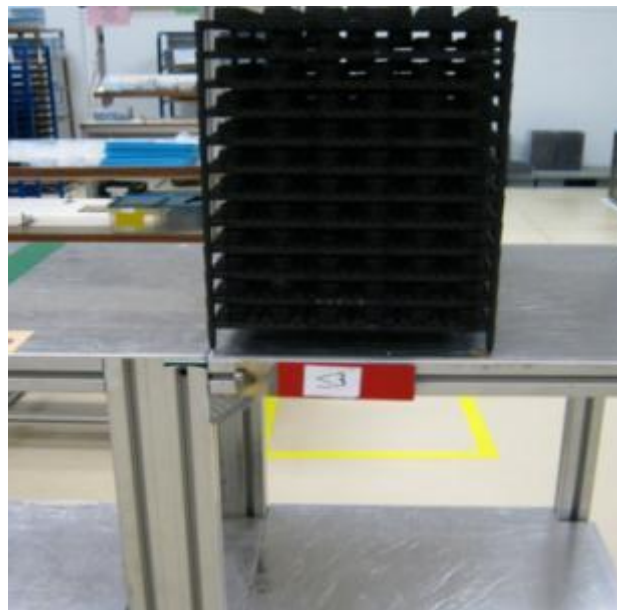


Figura 42- Exemplo do marcador

Na figura 42 está representada uma torre de *shucks*. Como se pode reparar por baixo da torre tem um marcador a vermelho com o sinal de  $\leq 3$ , isto significa que para este botão o *stock* que se encontra presente na prateleira é inferior ao *stock* mínimo definido (2 dias de produção). Este permite para qualquer pessoa que passe identificar que alguma coisa está errada, ou seja, é necessário carregar mais botões. O papel das chefias e de quem abastece a linha é o de se aperceber quando é o momento exato para produzir mais botões, sem que se ultrapasse o

*stock* definido, nem que se chegue ao ponto de o *stock* ficar a 0. É importante referir que este marcador possui um outro lado, com o sinal de > 3, ou seja, o *stock* presente na prateleira é superior ao *stock* mínimo definido ( 1 dia).

Outro dado importante a referir em relação à gestão visual é a existência de uma reunião diária na área de produção. Nesta reunião tratam-se todos os aspetos importantes relativos a trabalhos e projetos futuros, como também os aspetos que têm vindo a influenciar a produção diária das blendas. Nos quadros presentes nesta área é possível encontrar informações relativas ao OEE de cada área (Injeção, Pintura e Montagem Final), dados relativos à percentagem de defeitos e ainda dados relativos ao refugo dos meses transatos. Um outro ponto importante é também a existência de um quadro onde são registadas todas as ações para os problemas que estão a ocorrer nas áreas do departamento dos plásticos.

### Problemas após o arranque da linha de produção

Depois de acertados todos os detalhes relativos à nova linha de produção deu-se início à produção do produto *Sk25*. Enquanto a linha dava os seus primeiros passos foram detetados alguns problemas e dificuldades durante a produção. A tabela 17 apresenta sucintamente os problemas com maior gravidade detetados e solucionados:

Tabela 17 - Problemas detetados

Problema	Descrição	Solução
Knobs <i>On/Off</i> sem laser	Knobs <i>On/Off</i> prontos a serem enviados para o cliente sem laser	-Normalizar o processo dos caps· (Inspeção, Laser, Pad-Print) -Posto de montagem responsável pela inspeção do laser
Tinta dos knobs <i>On/Off</i> saía	Quando testada a resistência da tinta esta saía com muita facilidade	Normalizar o processo dos caps·(Inspeção, Pad Print, Laser)
Shucks montados no knob, sem pintura	Knobs <i>On/Off</i> prontos a serem enviados para o cliente com o schuck por pintar	-Novos métodos de inspeção de pintura -Controlo a 100% no posto de montagem

### **O aparecimento de *knobs On/Off* e *Menu* sem o laser, prontos para serem enviados para o edifício 1.**

Duas soluções foram implementadas. A primeira solução encontrada para este problema foi a de normalizar o fluxo de processo dos *caps*, ou seja, após serem inspecionados os *caps* seguem diretamente para o laser e só depois é que iriam para o *pad-print*. A segunda solução adotada foi a de a inspeção final dos *knobs* ser realizada imediatamente a seguir à montagem dos *knobs*, isto implica uma inspeção a 100% de todos os *knobs*. Esta medida permite também, caso algum *knob* passe com algum defeito, rastrear o problema até à sua fonte, permitindo às chefias agir atempadamente para a resolução de futuros problemas.

### **Tinta dos *knobs On/Off* saía.**

Na inspeção final foi detetado que a tinta do *pad-print* dos *knobs* eram removida facilmente, não apresentando qualquer resistência quando efetuado o teste. A solução adotada foi a de ajustar novamente o fluxo de processo dos *caps*, sendo agora que após a inspeção de pintura seguem diretamente para o *pad-print* (um prazo máximo de 24 horas), após o *pad-print*, terão de aguarda pelo menos 24 horas antes de seguirem para o laser. Este tempo de espera é para permitir que a tinta do *pad-print* seque, fixando bem a tinta da estampagem à tinta de pintura.

### ***Shucks* montados no *knob*, sem pintura.**

A primeira solução a adotar foi a de novos métodos de inspeção de pintura, pois é neste posto que este tipo de problemas tem de ser detetado e segregado. O colaborador responsável pela inspeção deve rodar o *jig* do botão e verificar minuciosamente as ranhuras do botão e o brilho. A segunda solução implica que o colaborador destacado para a montagem final do botão, verifique a 100% todos os *shucks*, procurando qualquer tipo de não conformidade que o botão possa apresentar, e não apenas se está pintado ou não.



## 5. CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido na Delphi centrou-se na instalação de uma linha de montagem para injeção, pintura e montagem de um novo painel de autorrádio – *Skoda25*. Dado que esta linha partilha a produção de um outro painel de autorrádio foi necessário analisar o fluxo produtivo, reorganizar alguns postos de trabalho e aplicar algumas técnicas *Lean* no sentido da melhoria global da eficiência produtiva.

Foi realizada uma descrição detalhada e comparativa dos componentes e das operações efetuadas na blenda *Vw Low* e *Skoda 25 Low*. Deu-se particular ênfase ao carregamento das blendas e dos botões para pintura, tendo sido estudado e quantificadas as necessidades de transporte de cada um dos produtos referidos. Foi também abordado o processo de inspeção da pintura analisando-se as diferenças entre os métodos utilizados nos diferentes produtos. Identificou-se para cada posto de trabalho os sistemas à prova de erro, que permitem melhorar a possibilidade de ocorrência de erros ou defeitos. No caso do Pad Print, e uma vez que existia alguma inexperiência nessa operação, foi analisada em pormenor os elementos constituintes da máquina e requisitos de processo tendo particular atenção aos fornecimentos de materiais para este processo e o output deste processo. Na linha de montagem caracterizou-se as operações realizadas em cada posto de trabalho. As dificuldades no posto de cravação devido às diferenças dos processos *Vw Low* e *SK25* foram alvo de análise.

Aplicaram-se um conjunto de ferramentas *Lean* das quais se destacam trabalho normalizado, gestão visual, *Kaizen* e *poka-yoke*. Assim, foi aplicado trabalho normalizado com instruções de trabalho por cada posto de trabalho, registos de alarmes e abertura de documentos para resolução dos alarmes. Foi também possível a participação num evento *Kaizen* onde foi possível presenciar a colaboração entre departamentos diferentes e o esforço conjunto para melhorar o processo da área em questão trazendo benefícios não só para o departamento de plásticos, como também para toda a empresa. Com esta participação foi possível também entender o que realmente é um evento *Kaizen* e qual a sua finalidade.

O desafio de realizar esta dissertação numa empresa como a *Delphi*, permitiu que fosse possível entender como funciona uma organização industrial e de como são tomadas decisões importantes, que antes só se tinha conhecimento de uma forma teórica. Ao realizar esta

dissertação tendo como base conceitos *Lean* e cálculo de capacidades, foi possível alargar os conhecimentos sobre estes dois pontos extremamente importantes na área de Produção.

Como foi referido a metodologia desta dissertação foi uma metodologia de pesquisa-ação, logo todas as melhorias feitas ao processo foram feitas em equipa e não de uma forma individual. Dito isto é possível referir que os objetivos propostos foram atingidos, pois foi possível a aplicação de técnicas *Lean* na implementação da nova linha de produção, bem como efetuar o cálculo e análise da capacidade.

## 5.1 TRABALHO FUTURO

Sugere-se como trabalho futuro a criação de mecanismos *Andon*, alterações ao *layout* da secção de montagem final. Estas sugestões de trabalho resultam da constatação que melhorias a este nível poderiam trazer benefícios significativos para a empresa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Balanchandran, K., R., Li, S. e Radhakrishnan, S. (2007).** *A framework for unused capacity*, JAMA, vol. 5, No. 1, pp. 21-38.

**Bell, S. (2006).** *Lean Enterprise Systems – Using IT for Continuous Improvement*. New Jersey. John Wiley & Sons, Inc.

**Bell, S. C. e Orzen, M. A. (2011).** *Lean IT - Enabling and Sustaining Your Lean Transformation*. New York. CRC Press - Taylor & Francis Group.

**Blackmon, K., Brown, S., Cousins, P. e Maylor, H. (2001).** *Operations Management - Policy, practice and performance improvement*. Oxford. Butterworth-Heinemann.

**Carvalho, D. (2000).** *Just in Time – Sebenta Pedagógica de Gestão Industrial*, Universidade do Minho.

**Carvalho, D. (2008).** *Introdução aos sistemas de produção – Sebenta Pedagógica de Gestão Industrial*, Universidade do Minho.

**Chambers, S., Johnston, R. e Slack, N. (2007).** *Operations Management (5ª ed.)*. HarLow. Prentice Hall - Financial Times.

**Comunidade Lean Thinking (2008).** Consultado a 6 de julho de 2011, em: <http://www.Leanthinkingcommunity.org/>.

**Heines, P. e Taylor, D. (2000).** *Going Lean*. Cardif, UK. Lean Enterprise Research Center.

**Hirano, H. (2009).** *JIT Implementation Manual – The complete guide to Just-in-Time Manufacturing (2ª ed)*, Vol.1, 3 e 5. New York. CRC Press.

**Kumar, A., Suresh, N. (2008).** *Production and Operations Management (2ª ed.)*. New Delhi. New Age International (P) Limited, Publishers.

**Lean Enterprise Institute, Inc. (2009).** *Principles Of Lean*. Consultado a 19 de outubro de 2011, em: <http://www.Lean.org/whatsLean/principles.cfm>.

**Liker, J., K. (2006).** *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. MacGraw Hill.

**Machuca, J., A., Gonzalez, S., G., Machuca, M. A., Jiménez, A., R., Gil, M<sup>a</sup>., J., (1994).***Dirección de Operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y en los servicios*. Madrid. McGraw Hill.

**Mann, D. (2005).** *Creating a Lean culture - Tools to sustain Lean Conversations*. New York. Productivity Press.

**Meredith, J. (1992).***The Management of Operations: A conceptual Emphasis*, 4th Edition. Wiley.

**Moreira, F., Alves, A., Sousa, R. (2010).***Towards Ecoefficient Lean Production Systems*. Azurém, Guimarães. Production and Systems Engineering Department.

**Ortiz, A. C. (2006).***Kaizen Assembly Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. Boca Raton. CRC Press - Taylor & Francis Group.

**Pinto, J., P., (2009).***Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa. Lidel.

**Shingo, S. (1989).***A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint* (revised edition). Cambridge. Productivity Press.

**Stevenson, William, J. (2001).***Administração das operações de Produção*. LTC-Livros técnicos e científicos. Editora SA.

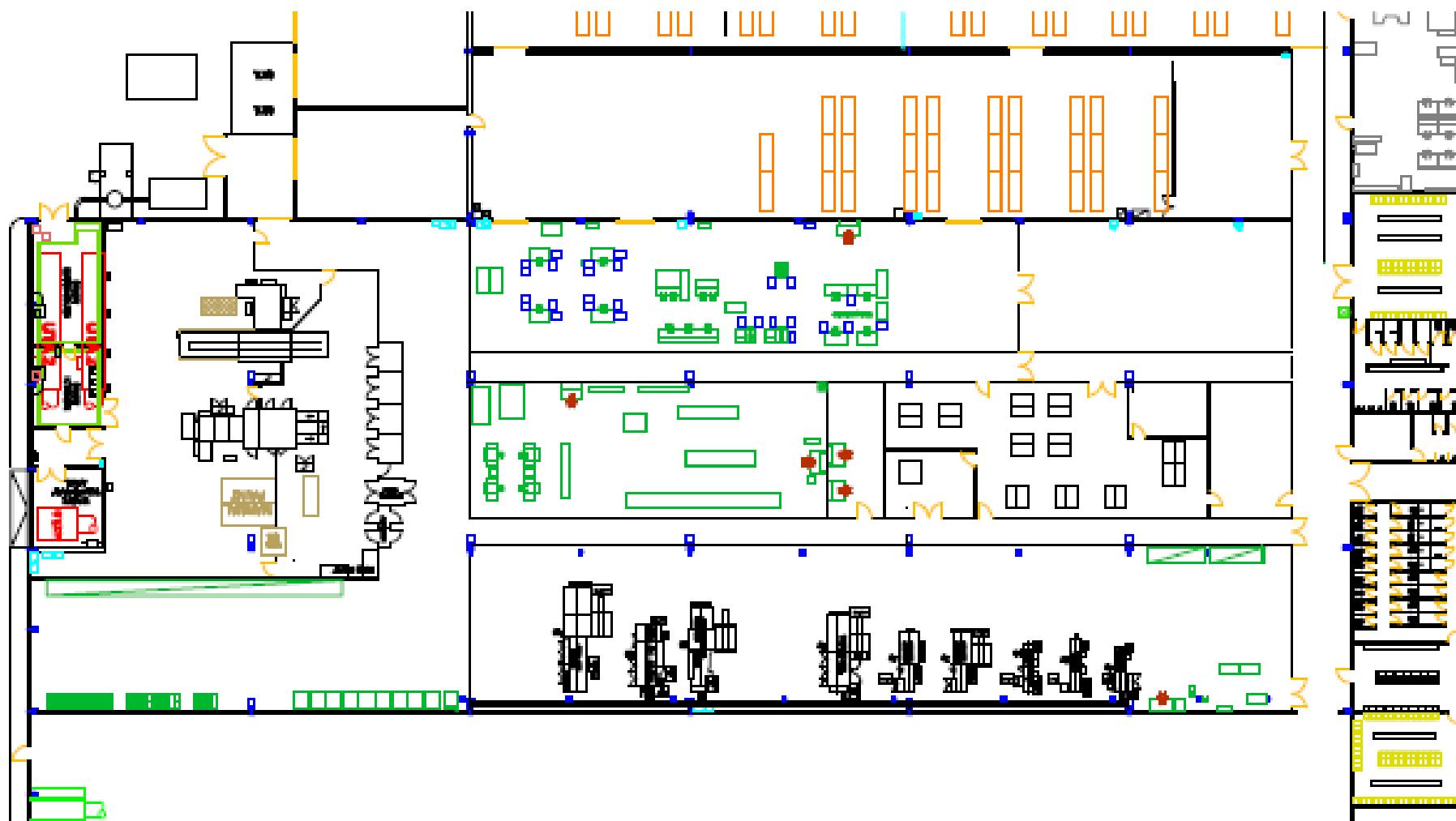
**Wilson, L. (2010).***How to implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill Companies, Inc.

**Womack, J., P. e Jones, D., T. (2003).***Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation* (revised edition). Free Press.

**Womack, J., P. e Jones, D., T., Roos, D. (1991).** *The Machine that Changed the World*. New York. Macmillan Publishing Company.

# ANEXOS

## ANEXO 1 – LAYOUT EDIFÍCIO 2



## ANEXO 2 – SEQUÊNCIA DE PROCESSO

Tabela 18 - Sequência do processo

Componente	Injeção	Carregamento	Pintura	Inspec. Pintura	Montagem	Pad Print	Cravação	Laser	Inspec. Final	Embalamento
Etiqueta	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Cromado	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Feltro	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Blenda <i>Skoda 25</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Botão <i>AS</i>	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão <i>TP</i>	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão <i>EJECT</i>	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão 1	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão 2	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão 3	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão 4	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão 5	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão 6	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão <i>Media</i>	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão <i>Radio</i>	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão <i>FW</i>	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão <i>BW</i>	1	2	3	4	5	-	-	-	-	-
Botão <i>Info</i>	1	2	3	4	5	6	-	-	-	-
Botão <i>Sound</i>	1	2	3	4	5	6	-	-	-	-
<i>Guide-PB,BTM</i>	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-
Guia CD	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Guia de Luz CD	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Guia de Luz <i>Knob</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-

## ANEXO 3 – NECESSIDADES DE COLABORADORES

Tabela 19 - Cálculo das necessidades de colaboradores (parte 1)

				Carregamento			Inspeção Pintura			Pad Print			Montagem Final		
				Conteúdo Tempo de 1 Rede	Conteúdo Trabalho de 1 Trimplate	Necessidade de Colaboradores	Conteúdo Tempo de 1 Rede	Conteúdo Trabalho de 1 Trimplate	Necessidade de Colaboradores	Conteúdo Tempo de 4 Trimplates	Conteúdo Trabalho de 1 Trimplate	Necessidade de Colaboradores	Conteúdo Tempo de 1 Trimplate	Conteúdo Trabalho de 1 Trimplate	Necessidade de Colaboradores
Vw Low	800	Blendas Botões	BA1	106,4	13,3	0,4	90,4	11,3	0,3	n.a.	n.a.	0,0	90,0	90,0	2,6
			BA2	259,8	43,3	1,3	175,8	22,0	0,6	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
SK 25 Low	800	Blendas	SA1	122,4	15,3	0,4	101,0	12,6	0,4	96,0	24,0	0,7	55,0	55,0	1,6
		Botões	SA2	655,2	18,2	0,5	440,0	12,2	0,4	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
		Botões	SA3	872,0	18,2	0,5	584	12,2	0,4	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
		Botões	SA4	656,0	9,1	0,3	440	6,1	0,2	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
		Botões	SA5	411,0	4,9	0,1	260	3,1	0,1	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
		Botões	SA6	890,0	5,1	0,1	530	3,0	0,1	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
		Knob On/Off	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	870,0	15,0	0,4	960,0	20,0	0,6
		Knob Menu	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	960,0	20,0	0,6
							3,7				2,4			1,1	



Tabela 20 - Cálculo das necessidades de colaboradores (parte 2)

				Cravação a Quente			Laser			Inspeção Final			Embalagem		
				Conteúdo Tempo de 4 Trimplates	Conteúdo Trabalho de 1 Trimplate	Necessidade de Colaboradores	Conteúdo Tempo de 4 Trimplates	Conteúdo Trabalho de 1 Trimplate	Necessidade de Colaboradores	Conteúdo Tempo de 4 Trimplates	Conteúdo Trabalho de 1 Trimplate	Necessidade de Colaboradores	Conteúdo Tempo de 1 Caixa	Conteúdo Trabalho de 1 Trimplate	Necessidade de Colaboradores
Vw Low	800	Blendas Botões	BA1	108,0	27,0	0,8	80,0	20,0	0,6	180,0	45,0	1,3	400,0	10,0	0,3
			BA2	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
SK 25 Low	800	Blendas	SA1	126,0	31,5	0,9	80,0	20,0	0,6	148,0	37,0	1,1	n.a.	n.a.	0,0
		Botões	SA2	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	400,0	10,0	0,3
		Botões	SA3	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
		Botões	SA4	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
		Botões	SA5	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
		Botões	SA6	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
		Knob On/Off	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	80,6	3,1	0,1	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
		Knob Menu	n.a.	n.a.	n.a.	0,0	80,6	3,1	0,1	n.a.	n.a.	0,0	n.a.	n.a.	0,0
						1,7			1,4			2,4			0,6